

ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS
SOCIALINĖS GEROVĖS IR NEGALĖS STUDIJŲ FAKULTETAS
SVEIKATOS STUDIJŲ KATEDRA

Taikomoji kūno kultūra (specializacija: taikomosios kūno kultūros vadyba)
magistrantūros studijų programa

Marius Pušcius

KOORDINUOTŲ RANKOS JUDESIŲ VALDYMAS

Magistro darbas

*Magistro darbo vadovas –
prof. Vincas Laurutis*

Turinys

Magistro darbo santrauka.....	3
Įvadas.....	4
1 skyrius. AKIŲ IR RANKOS JUDESIŲ NEUROFIZIOLOGIJA.....	7
2 skyrius. SKIRTINGO MEISTRIŠKUMO KREPŠININKŲ RANKOS KOORDINACIJOS TYRIMO APŽVALGA.....	22
Išvados.....	40
Literatūra.....	41
Summary.....	44
PRIEDAI.....	45

Magistro darbo santrauka

Magistro darbe analizuojama skirtingo meistriškumo krepšininkų grupių ir nežaidžiančios krepšinių grupės rankos koordinacija. Tyrimo tikslas: ištirti ir palyginti skirtingo meistriškumo krepšininkų grupių ir nežaidžiančios krepšinių grupės rankos koordinaciją, vedant taikinį labirintu. Tyrimui atskleisti buvo iškelti šie uždaviniai: išanalizuoti mokslinę literatūrą apie sensomotorinės sistemos valdymo galimybes; ištirti ir palyginti skirtingo meistriškumo krepšininkų rankos koordinaciją, vedant taikinį labirintu; įvertinti ir palyginti skirtingo meistriškumo krepšininkų (grupių) akių judesius, ranka vedant taikinį labirintu.

Tyrimui iškelta hipotezė, jog krepšininkų – profesionalų grupės rankos koordinacija yra geriausia, lyginant su krepšininkais – mėgėjais ir nežaidžiančiais krepšinio.

Tyrimui atlikti buvo pasiremtas Niauronio, Lauručio, Zemblio (2011) eksperimentinio tyrimo testas. Vykdamas testą buvo sukurtos dviejų skirtingų tipų labirinto trajektorijos (apvalinta ir kampuota). Labirinto takelio viduriu buvo paleidžiamas taikinys, kuris takeliu skriejo trimis greičiais: 2,5, 5 ir 10 kampinių laipsnių per sekundę ($^{\circ}/s$). Tyrimo dalyviai turėjo kuo tiksliau pravesti ranką, sekančią labirintu judantį taikinį. Tyrimo metu buvo registruojami rankos ir akies judesių trajektorijų parametrai.

Tyrimo dalyvavo 17 tiriamųjų, kurie priklausė skirtingoms grupėms pagal krepšinio meistriškumo lygį: nežaidžiantys krepšinių (6 tiriamieji), krepšininkai – mėgėjai (6 tiriamieji), krepšininkai profesionalai (5 tiriamieji). Tiriamųjų amžius siekė nuo 20 iki 29 metų. Tyrimas buvo vykdomas Šiaulių universiteto, Technologijos fakulteto, Elektronikos katedros laboratorijoje.

Tyrimo rezultatai atskleidė, jog testo metu, sekant labirintu judantį taikinį, geriausią rankos koordinaciją pademonstravo krepšininkų – mėgėjų grupė. Antrąjį rezultatą parodė krepšininkų – profesionalų grupė, o treči liko – krepšinių nežaidžiančioji grupė. Žvilgsnio sekimo parametrų rezultatuose tarp tiriamųjų grupių ryškių skirtumų nepastebėta. Tiriamųjų grupių rezultatai buvo daugmaž vienodi. Todėl galima teigti, jog tiriamosios grupės žvilgsnį valdo panašiai.

Tyrimo hipotezė nepasitvirtino, nes krepšininkų – profesionalų grupės rankos koordinacija nebuvo geriausia.

Esminiai žodžiai: skirtingo meistriškumo krepšininkai, rankos koordinacija, sensomotorika.

Ivadas

Žmogus net nepastebi kiek tikslingų koordinuotų rankos judesių atlieka kasdieninėje veikloje. Rankos reikalingos rašant, piešiant, grojant muzikiniu instrumentu, šaudant iš lanko ir t.t. Kaip pastebime, žmogaus rankos yra galinga priemonė per kurią žmogaus smegenys sąveikauja su išoriniu pasauliu (Flanagan, Johansson, 2002).

Visi koordinuoti rankos judesiai, atliekami konkrečiomis aplinkybėmis, jau seniai traukia įvairių sričių tyrėjų dėmesį. Sportuojant yra svarbu kuo maksimaliau pagerinti sportininko (rankų) judesių atlikimo techniką, nuo kurių labai priklauso sportiniai rezultatai (Haake, 2012). Šiandieninėje mūsų visuomenėje šiuo klausimų rūpinasi sporto inžinerijos mokslo šaka, kuri tyrinėja žmogaus judesius bei įvairias žmogaus ir technologijos sąveikas.

Mokslinėje literatūroje (Crawford ir kt., 2004; Furneaux, Land, 1999; Hayboe ir kt., 2003, Herst ir kt., 2001; Land, McLeod, 2000, Peltz ir kt., 2000) yra publikuota nemažai tyrimų, kuriuose tiriami ir vertinami koordinuoti žmogaus judesiai. Ypač yra gilnamasi į žmogaus akies ir rankos koordinuotų judesių tarpusavio sąveiką. Yra nustatyta, kad kompiuterio ekrane, sekant žvilgsniu ir ranka skriejantį taikinį, žmogaus žvilgsnis nuolat juda taikinio priekyje taip perduodamas informaciją rankų judesių kontrolės sistemai apie būsimos trajektorijos eigos rankos valdymą (Niauronis, Laurutis, Zemblys, 2011).

Žaidžiant krepšinį labai svarbu ne tik geros fizinės savybės, psichologinis, techninis bei taktinis žaidėjų parengtumas, bet tuo pačiu svarbūs ir erdvinės orientacijos, judesių derinimo ir ritmiškumo koordinaciniai gebėjimai (Ljach, 1995). Žaidėjai turi sugebėti išpildyti technikos veiksmus tiksliai ir savalaikiai, neretai didžiausiu greičiu, juos taktiškai panaudoti, esant dideliame fiziniame ir psichiniame krūviui, o tam reikalingi ypač geri koordinaciniai gebėjimai. (Stonkus, 2003). Krepšinyje, kaip ir kituose sporto šakose, tokiuose kaip rankinis, tinklinis, golfas, šaudymas iš lanko ir kt. reikalingas itin geras akies ir rankos tarpusavio koordinacijos ryšys. Krepšinis verčia mus naudoti suderintus ir koordinuotus akies – rankos judesius varantis, gaudant, perduodant ir atakuojant kamuolį į krepšį (Bragg, 2012).

Mokslinėse duomenų bazėse pasigendama tyrimų, kuriuose būtų tiriami krepšininkų koordinuoti rankos judesiai. Todėl būtų aktualu ištirti ir palyginti skirtingo meistriškumo krepšininkų rankos koordinaciją, ir pažvelgti ar egzistuoja (tiesioginis) ryšys tarp skirtingo sportininko (krepšininko) meistriškumo lygmens ir jo koordinuotų rankos judesių rodiklių.

Tyrimo objektas – skirtingo meistriškumo krepšininkų rankos koordinacija, vedant taikinį labirintu.

Hipoteze – krepšininkų profesionalų rankos koordinacija, vedant taikinį labirintu yra geriausia, lyginant su krepšininkais mėgėjais ir nežaidžiančiais krepšinio.

Tyrimo tikslas – ištirti ir palyginti skirtingo meistriškumo krepšininkų rankos koordinaciją, vedant taikinį labirintu.

Uždaviniai:

1. Išanalizuoti mokslinę literatūrą apie sensomotorinės sistemos valdymo galimybes.
2. Ištirti ir palyginti skirtingo meistriškumo krepšininkų rankos koordinaciją, vedant taikinį labirintu.
3. Įvertinti ir palyginti skirtingo meistriškumo krepšininkų (grupių) akių judesius, ranka vedant taikinį labirintu.

Tyrimo dalyviai. Tyrime dalyvavo 17 tiriamųjų, kurie priklausė skirtingoms grupėms pagal krepšinio meistriškumo lygį:

- a) nežaidžiantys krepšinio (6 tiriamieji);
- b) krepšininkai – mėgėjai (6 tiriamieji);
- c) krepšininkai – profesionalai (5 tiriamieji).

Tiriamųjų amžius siekė nuo 20 iki 29 metų. Visi tiriamieji buvo puikios psichinės būklės, nei vienas iš tiriamųjų neturėjo jokių fizinių ar protinių sutrikimų, kurie galėtų įtakoti tyrimo rezultatus.

Tyrimo metodologija ir metodai:

1. Mokslinės literatūros analizė.
2. Testas.
3. Matematinė duomenų analizė.

Testui atlikti buvo pasiremta Niauronio, Lauručio, Zemblio (2011) eksperimentinio tyrimo metodika. Buvo sudarytos dvejų tipų labirintų (takelių) trajektorijos: kamuotas labirintas ir suapvalintas labirintas. Labirinto takelio viduriu buvo paleidžiamas taikiny, kuris takeliu skriejo trimis greičiais: 2,5, 5 ir 10 kampinių laipsnių per sekundę ($^{\circ}/s$). Tyrimo metu buvo registruojami rankos ir žvilgsnio judesio trajektorijų parametrai. Taikinio sekimas žvilgsniu buvo registruojamas LC Technologies sukurtu žiūros linijos registracijos įtaisu EyeGaze System. Sekimui ranka buvo naudojama lietimui jautri plokštelė su rašikliu primenančių davikliu: magnetinė planšetė Wacom Intuos 2.XD-1212-U.

Pagrindinės sąvokos

Centrinė nervų sistema – svarbiausia nervų sistemos dalis, kurią sudaro kaukolės ertmėje esančios galvos smegenys ir beveik visą stuburo kanalą pripildančios nugaros smegenys (Grabauskas, 1991).

Judesių koordinacija – gebėjimas derinti įvairių kūno dalių judesius, atliekant technikos elementus, veiksmus, jų derinius, arba perdirbti išmoktas judesių formas ir persiorientuoti iš vienos veiklos į kitą priklausomai nuo išorės sąlygų (Dadelienė, Juocevičius, 2001)

Koordinacija – organizmo organų ir sistemų darna, kurią lemia jaudinimo ir slopinimo procesų derinimas centrinėje nervų sistemoje (Adomaitienė, Mockevičienė, Mikelkevičiūtė, 2005)

Sakados (šuoliai) – greiti akių judesiai, nukreipiantys žvilgsnį nuo vieno objekto į kitą. (Zemblys, 2013).

Okulomotorinė sistema – žiūros linijos krypties valdymo sistema (Laurutis, 2012).

Sensomotorika – procesų, apimančių pojūčius ir atsakomąjį judesį, visuma (Vitkienė, 2003)

CNS – centrinė nervų sistema.

GJ – (angl. gaze jumps) žvilgsnio šuoliukai.

GMS – (angl. gaze moves smoothly) tolygus žvilgsnio judėjimas.

R, r – koreliacijos koeficientas apibūdinantis dviejų ir daugiau kintamųjų ryšio stiprumą.

SD – standartinis nuokrypis (angl. Standart Devation).

Magistro darbo struktūra. Šis magistro darbas sudaro: santrauka lietuvių kalba, įvadas, 2 skyriai (10 paragrafų), išvados, naudotos literatūros sąrašas (50), santrauka anglų kalba, priedai. Tyrimo duomenis iliustruoja 27 paveikslas. Prieduose pateikiama tyrime dalyvavusių tiriamųjų testų rezultatai.

skyrius. AKIŲ IR RANKOS JUDESIŲ NEUROFIZIOLOGIJA

1.1 Judesių valdymo sistemos sandara

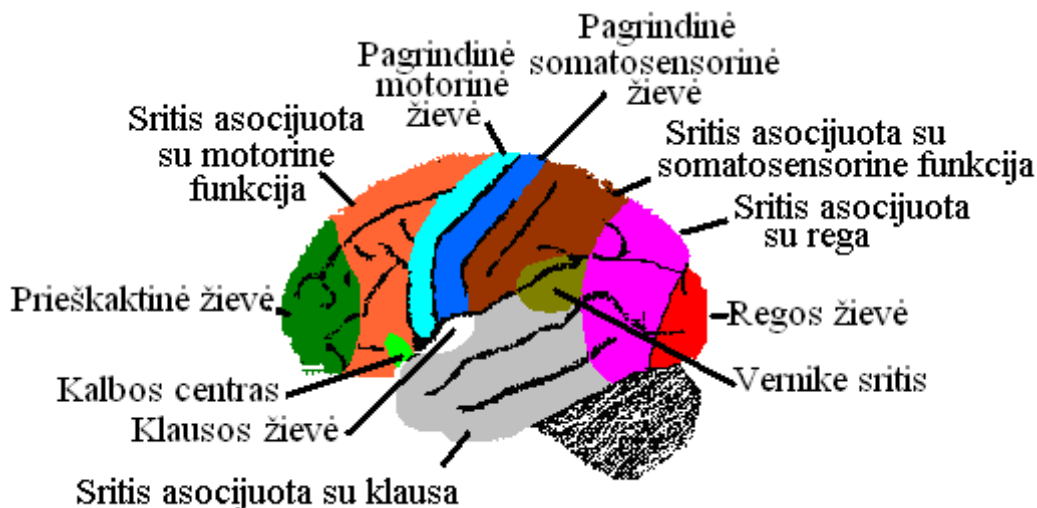
Žmonės geba atlikti judesius, kurie pasižymi savo įvairove, sudėtingumu, tikslumu ir prisitaikymo galimybe. Pasak Abernethy, Hanrahan, Kippers, Mackinnon, Pandy (2005), valdant tokią gausybę judesių ir jų kombinacijų būtina nervų – raumenų sistema. Judesys yra dviejų komponentų – nervinio ir skeleto – raumeninio sąveikos rezultatas. Anot MacIntosh ir kt. (2006), žmogaus judėjimo struktūrą sudaro neuronai, sensoriniai receptoriai, sąnariai, kaulai, sausgyslės, raiščiai ir griaučių raumenys, kurių masė sudaro apie 40 – 50 % kūno masės. Raumenis galima vadinti mechanizmu, kurie susitraukia cheminę energiją paversdami mechanine (Spurway, Wackerhage, 2006). Šie mechanizmai pasižymi gebėjimu prisitaikyti prie įvairių veiklos sąlygų. Lieber (2002), Skurvydas (2008), Wilmore, Costill (2004), Muckus (2006) ir daugelis kitų mokslininkų plačiai nagrinėjusių judesių raumenų ypatybes vienareikšmiškai teigia, kad pagrindinė raumens paskirtis – judėti, cheminę energiją paverčiant mechanine, taip pat pažymėtina, kad raumenų veikla turi didelę reikšmę viso organizmo prisitaikymui. Česnys ir kt. (2008) pažymi, jog nervinis audinys sudaro nervų sistemą, kuri reguliuoja visą organizmo veiklą ir palaiko ryšį su aplinka. Autorius taip pat išskiria, kad nervinį audinį sudaro neuronai ir neuroglia. Neuronas yra pagrindinis struktūrinis ir funkcinis nervinio audinio vienetas. Jis yra specialiai prisitaikęs perduoti impulsą iš neurono į neuroną ar kitą organą. Nervinės ląstelės – neuronai – priima, perdirba, saugo ir siunčia signalus (nervinius impulsus), sudarydami ryšius tarp receptorių, centrinės nervų sistemos bei motorinių ir kitų organų. Jie savo ataugomis – aksonais – siunčia impulsus kitoms ląstelėms, o sinapsėmis priima signalus iš kitų ląstelių ir organų, taip sudarydami nervinius tinklus, kurie gali atlikti visas organizmui reikalingas valdymo funkcijas

Pagal atliekamą funkciją neuronai skirstomi į tokias grupes (Česnys ir kt., 2008):

- Juntamieji – aferentiniai;
- Tarpiniai – asociaciniai;
- Judinamieji – referentiniai.

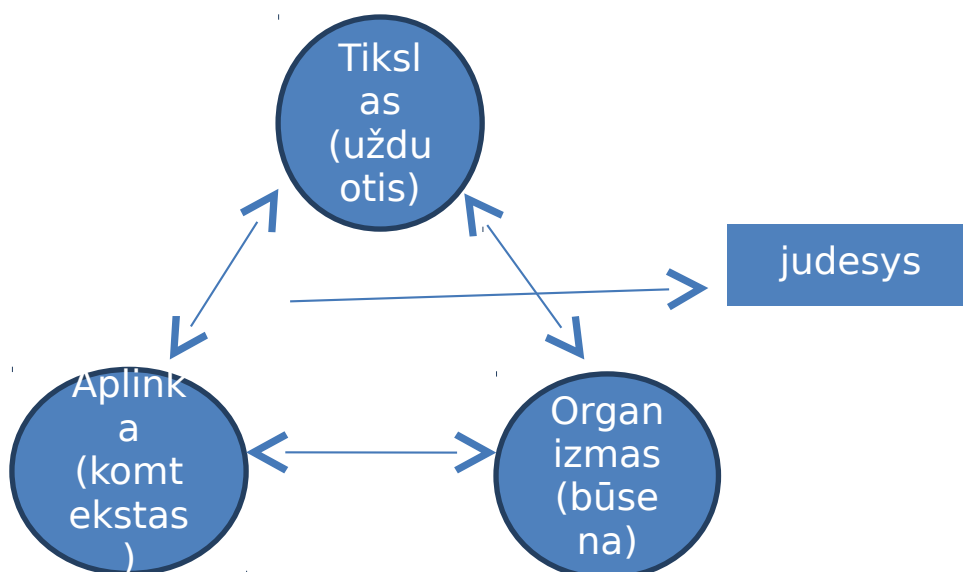
Juntamieji neuronai priima dirginimus ir perduoda juos į centrinę nervų sistemą. Šių neuronų dendritai odoje, organuose baigiasi juntamosiomis galūnėmis – receptoriais, kurie priima dirginimą ir paverčia jį nerviniu impulsu. Judinamieji neuronai perduoda impulsus iš CNS centrų į organus ir sužadina tam tikrą efektą. Tarpiniai neuronai perduoda impulsus iš juntamųjų neuronų į judinamuosius (motorinius), kurie duoda impulsus tam tikram raumeniui.

Žmogaus gyvavimo laikotarpiu svarbiausia valdančiosios posistemės dalis yra CNS. Nenuostabu, kad pažvelgus į smegenų topografinį pasiskirstymą pagal vykdomas funkcijas (1 pav.), pagrindinė somatosensorinė ir pagrindinė motorinė žievės yra šalia, nes jos sąveikauja ir yra atsakingos už visos žmogaus motorikos kūrimą ir vykdymą (Laurutis, 2012).



1 pav. Funkcinė-topologinė galvos smegenų žievės sandara (Laurutis, 2012, p. 45).

Judesys – tai užduoties, organizmo ir aplinkos netiesinės sąveikos rezultatas. Judesių valdymui daro įtaką šios organizmo savybės: fizinės, emocinės, protinės. Jos visos sudaro tam tikrą organizmo būseną. Judesio veiksmingumas priklauso nuo raumens mechaninių savybių, žmogaus emocinės būklės ir supratimo, ką ir kaip reikės daryti (2 pav.) (Skurvydas, 2008).



2 pav. Pagrindiniai veiksniai, darantys įtaką judesių valdymui (Skurvydas, 2008, p. 133).

Žmogus turi platų judesių valdymo spektrą: nuo paprasčiausių refleksų, kurių metu žinomas dirgiklis sukelia tą patį stereotipinį motorinį atsaką, iki sudėtingiausių išminktų valingų judesių (Kėvelaitis ir kt., 2006).

Judesių valdymo pagrindiniai determinantai tokie: judesių planavimas, organizavimas, valdymas, koregavimas. Du pagrindiniai tarpusavyje susiję vyksmai, vykstantys galvos smegenyse, yra atsakingi už judesių valdymą: sensoriniai (juntamieji) ir motoriniai (judinamieji, varomieji) (Skurvydas, 2008).

Galvos smegenys, valdydamos judesius apskaičiuoja: a) būsimo judesio kontūrus (tai daugiausia daro smegenėlės), b) motorinės sistemos esamą būseną ir būsimojo judesio lūkesčius (tai atlieka parietalinė žievės dalis), c) būsimo judesio kainą ir naudą (atlieka pamato ganglijai), d) būsimo judesio motorinę programą (tai yra pirminės ir premotorinės žievės funkcija) (Skurvydas, 2008).

Judėjimo funkcijos fiziologinį pagrindą sudaro reguliuojamieji mechanizmai, tvarkantys valingų judesių atlikimą, raumenų sinergistų ir antagonistų darbą judesio metu, vienmomentinių šių priešingai vienai kitai veikiančių raumenų grupių įtempimą statinės padėties išlaikymo metu, bei šių mechanizmų derinimą tarpusavyje, raumenų susitraukimo jėgos, jų susitraukimo greičio ir ritmo pokyčius atliekant sudėtingus judesius, taip pat optimalų raumenų bazinį tonusą judesio metu (Zaicevaite, 2010).

Žmogaus motorinė sistema, akivaizdu, yra hierarchinė. Paprastus refleksinius judesius kontroliuoja žemesnieji CNS centrai (nugaros smegenys ir smegenų kamienas), o sąmoningus ir tikslingus – aukštesnieji CNS centrai, kurie sukonzentruoti smegenų pusrutuliu žievėje. Sudėtingesnius stereotipinius judesius kontroliuoja nugaros smegenų ir smegenų kamieno neuroninis tinklas. Tokie judesiai kaip rijimas, kvėpavimas ar net ėjimas yra genetiškai užprogramuoti ir jų nereikia mokytis. Patys sudėtingiausi yra tikslo siekiantys judesiai, kurie reguliuojami iš CNS ir jiems atlikti reikia sąmoningo noro ir treniruotės. (Laurutis, 2012).

Visa žmogaus motorinė veikla valdoma aukštesnių nervinių centrų. Valdomi ne atskiri judesiai, o jų junginiai – tiksliniai veiksmai. Visa tai įgyvendinama per motorinių programų sukūrimą, aukščiausiu valdymo lygiu, t.y galvos smegenų motorinėje zonoje (Chouinard, Paus, 2006). Motorinė programa apibrėžiama, kaip judesių aktyvavimo sistema, garantuojanti koordinuotą jų eiliškumą. Motorinės programos kuria judesių atlikimo schemas, kurios nerviniais impulsais perduodamos žemesniesiems judesių valdymo lygiams. Žemesnieji valdymo lygiai, tarp jų ir refleksai atlieka tik reguliatorių vaidmenį. Motorinės programos susiformuoja, mokantis naujų veiksmų ir daug kartų kartojant tuos pačius judesius.

Reikiamos motorinės programos parinkimas nereikalauja žmogaus sąmoningų pastangų. Šį procesą, remdamasi sensorine informacija, vykdo CNS. Motorine programa vykdomi jau išmokti

judesiai ir žmogus sąmoningai nebefiksuoja dėmesio į atskirus judesių elementus. Atliekant naujus veiksmus, remiasi sensorine informacija, sąmoningai suvokiant ir analizuojant atskirus judesio elementus. Kuo geriau išmoktas veiksmas, tuo didesnę jo dalį valdo motorinė programa (Jurjonienė, 2005).

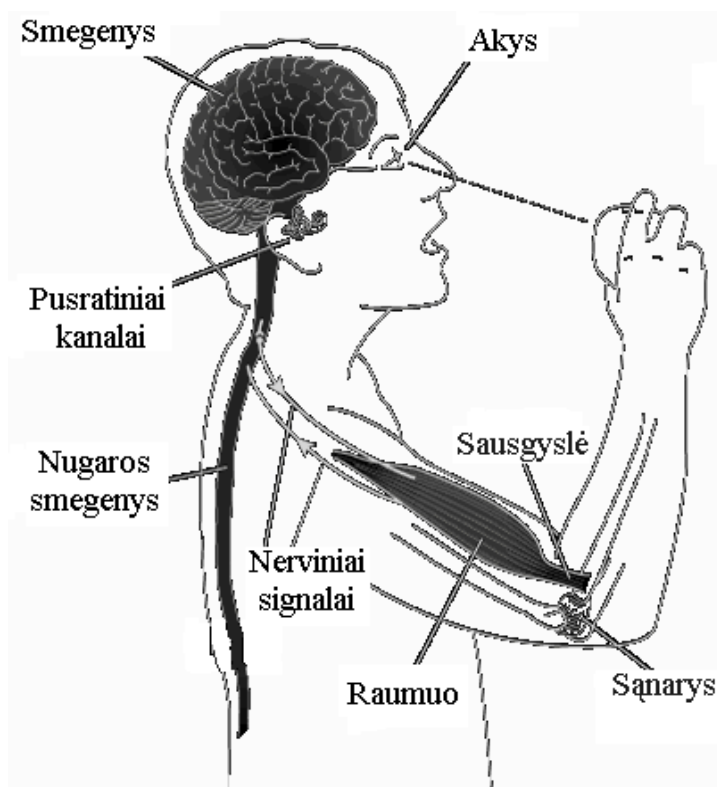
1.2 Sensomotorinė judesių valdymo sistema

Pradinė sensorinė informacija yra reikšminga, atliekant bet kurį judesį. Sensorinė informacija tai yra vienas iš būdų, kurių naudoja motorinė sistema, judesių valdymo reguliavimui (Schmidt, Lee, 2005). Ši informacija gali nusakyti apie mus supančios aplinkos būklę, apie mūsų kūno padėtį, bei apie kūno padėtį aplinkos atžvilgiu (Bays, Wolpert, 2007). Greitų judesių metu vyraujančią vaidmenį atlieka iš anksto suformuota motorinė programa, vykdoma nuosekliai ir be jokių koregavimų. Aferentinė sensorinė informacija yra įvertinama tik atlikus judesį. Ji gali būti panaudota tik naujos motorinės programos kūrimui ar senosios koregavimui. Atliekant lėtus judesius ir veiksmus, reikalaujančius judesių tikslumo ar vykstančius nuolat kintančiomis aplinkos sąlygomis, aferentinė sensorinė informacija naudojama nuolat. Svarbi sensorinė informacija yra ir palaikant stabilią pozą. Sensorinė informacija tampa ypatingai svarbia pradinėje ir baigiamojoje judesio fazėje – pozos priėmimo ir pusiausvyros praradimo momentu (Schmidt, Lee, 2005).

Pasak Lauručio (2012), judesio planas yra formuojamas galvos smegenų atminties ląstelėse, o realus judesys suvokiamas grįžtamojo ryšio eferentiniais signalais. Geresni rezultatai pasiekiami, jeigu kūno judesių suvokimui papildomai naudojamas aferentinis signalas – rega (tiesiogiai ar per veidrodžius). Toks būdas ilgainiui padeda suformuoti motorinę programą, kuri mažina skirtumą tarp pageidaujamo (planuojamo) ir realaus judesio.

Ilgą laikotarpį sensorinės ir motorinės sistemos dėl jų skirtingos paskirties ir sandaros buvo tiriamos atskirai, tačiau pastaraisiais metais buvo atkreiptas dėmesys į tai, kad atliekant koordinuotus judesius sensorinės ir motorinės sistemos veikia integraliai t.y. kartu. Nesunku pastebėti, kad motorinės sistemos elementai – rankos, kojos, liemuo ir pirštai kartu turi ir sensorinę informaciją, nes mes žinome, kokioje padėtyje jie yra net ir nematydami jų. Kitaip tariant, CNS, gavusi iš raumenų informaciją apie jų įtempimus ir sąnarių padėtį, suformuoja kūno ir jo galūnių padėties erdvėje kopiją, kuri vadinama eferentine (vidine) kopija. Kai atlikdami koordinuotus rankų ar pirštų judesius mes stebime objektą, kurio siekiame, kaip parodyta 3 paveiksle, tuomet CNS iš regos sistemos papildomai gauna sensorinę informaciją apie daikto padėtį erdvėje ir suformuoja jo padėties aferentinę (išorinę) kopiją. Bejeso sprendimų teorija gerai tinka sensorinės arba aferentinės ir motorinės arba eferentinės informacijos

integracijos procesui apibūdinti. Remiantis šia teorija galime paaiškinti, kaip atliekamo veiksmo kokybė (mūsų atveju koordinuoto judesio tikslumas ir greitis) gali būti tobulinama gavus papildomos informacijos. Atliekant koordinuotą judesį, mes turime išspręsti uždavinį, kaip valdymo organą (ranką ar pirštus) efektyviausiai perkelti iš esamos padėties į naują padėtį. Jeigu remtumėmės vien tik eferentine informacija, gauta iš CNS apie valdymo organo esamą padėtį ir perkeltume jį į išivaizduojamą naują padėtį, judesys būtų netikslus. Jeigu tuo pačiu metu naudotume aferentinę informaciją gautą iš regos sistemos t.y. stebėtume motorinio organo judesį iš pradinio taško į galutinį, judesys būtų tikslesnis (Zemblys, Laurutis, 2009; Laurutis, 2012).



3 pav. Rankos padėties kontrolės sensomotorinė sistema (Laurutis, 2012, p. 100).

1.3 Koordinuotų rankos judesių savybės

Jeigu regos sistema yra pagrindinė sensorinė sistema, tai žmogaus rankų ir pirštų judesių valdymo sistemos yra pagrindinės motorinės sistemos (Zemblys, Laurutis, 2009). Žmogus net nepastebi kiek tikslingų koordinuotų rankos judesių atlieka kasdieninėje veikloje. Rankos reikalingos rašant, piešiant, grojant muzikiniu instrumentu, šaudant iš lanko ir t.t. Kaip pastebime, žmogaus rankos yra galinga priemonė per kurią žmogaus smegenys sąveikauja su išoriniu pasauliu (Flanagan, Johansson, 2002).

Laurutis (2012) teigia, jog svarbiausias žmogaus motorinis organas yra ranka ir pirštai. Rankos judesių greitis ir tikslumas, pirštų kaip griebtuvo galimybės paimti įvairius daiktus ir jų atliekamų judesių laisvės laipsnių skaičius suteikia žmogui prioritetą prieš kitus gyvus organizmus. Visi šie judesiai, kurios atliekant dalyvauja smulkieji kūno raumenys, tokie kaip pirštų, riešo, koordinuoti akių ir rankų judesiai, akių judesiai, vadinami smulkiąja motorika (Birontienė, 2008).

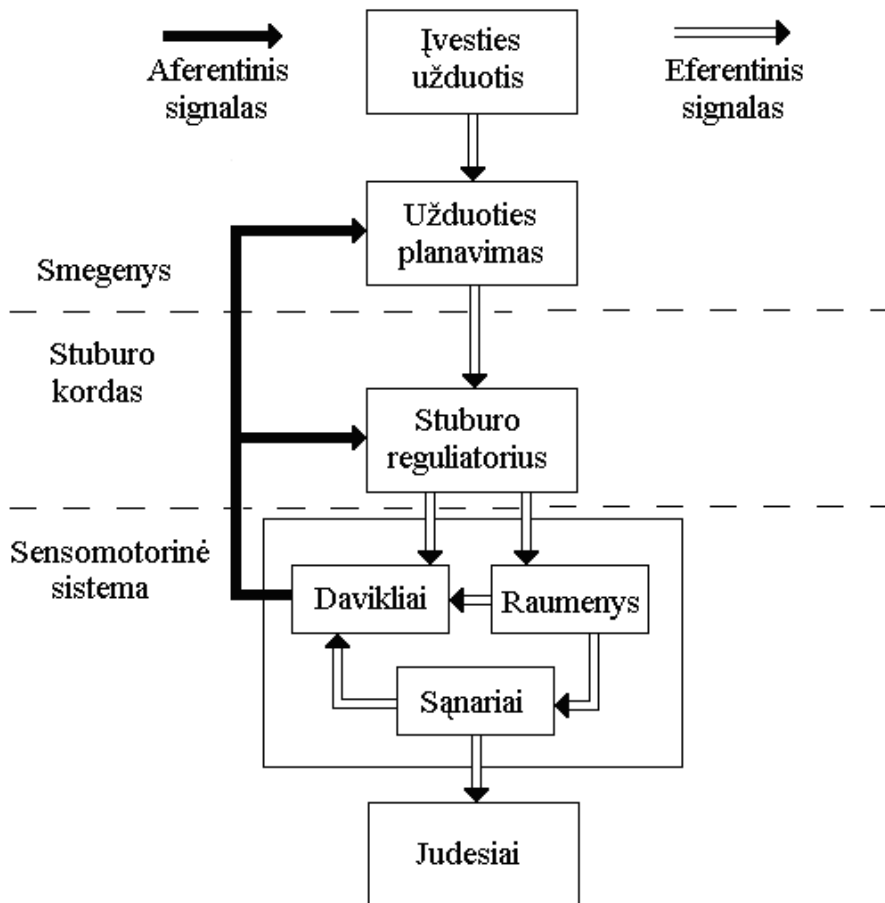
Homukulo (angl. *homuculis*) paveikslas (4 pav.), kuris vaizduoja atskirų žmogaus kūno dalių projekcijas, susidariusias pirminėje motorinėje žievėje, neatitinka jų realaus dydžio. Homukulas, atskleidžia, kiek neuronų tenka, kiekvienos kūno dalies valdymui. Taigi iš 4 pav. pastebime, jog žmogaus rankų valdymui tenka didžiausias motorinių neuronų kiekis, o tai įrodo, kad rankos gali atlikti begalę funkcijų. Toks pat žmogeliukas yra ir sensorinėje žievėje. Motorinis žmogeliukas siunčia motorinę programą raumenims, sensorinis žmogeliukas jaučia, kaip yra atliekamas judesys. Pagal motorinių neuronų skaičių tenkančių rankų valdymui jai neprilygsta nei vienas motorinis organas.



4 pav. Homukulas (<http://zaccupples.com/tag/homunculus/>).

Kaip sensomotorinėje sistemoje informacija cirkuliuoja dviem kanalais: aferentiniais bei eferentiniais, detaliau parodyta 5 paveiksle. Aferentinė informacija (juodos rodyklės) gaunama iš išorinių jutiklių, o eferentinė (baltos rodyklės) – iš vidaus organų. Pavyzdžiui, rankos padėtis gali būti nustatoma rega, lietimui, šiluma (aferentinis signalas) arba iš rankos raumenų bei sąnarių eferentinių receptorių. Pagal eferentinių receptorių signalus CNS turi galimybę suvokti galūnės ar viso kūno padėties kopiją.

Pačiu žemiausiu lygmeniu sensomotorinė sistema gali veikti be valdymo signalų iš nugaros ir galvos smegenų. Tuomet grįžtamojo ryšio grandinė atgal į sensorių susidaro per eferentinį signalą, gaunamą iš pačio raumens. Aukštesniu lygmeniu grįžtamo ryšio informacija ateina iš nugaros smegenų, kurie valdo sudėtingesnius judesius. Pačiu aukščiausiu lygmeniu planingi judesiai yra valdomi gavus komandą iš galvos smegenų. CNS ne tik planuoja ir įvykdo reikiamus judesius, bet gali juos tobulinti bei įrašyti į atmintį. Po to šie išmokti judesiai gali būti atliekami be aferentinės ir eferentinės informacijos. Pavyzdžiui iš pradžių, kai mes mokomės atlikti kokį nors motorinį veiksmą (pvz.: šokti valsą), mes turime sąmoningai kontroliuoti savo judesius. Vėliau gerai išmokus, mes galime atlikti tą patį veiksmą daug kartų sąmoningai jo beveik nekontroliuodami (Laurutis, 2012)..

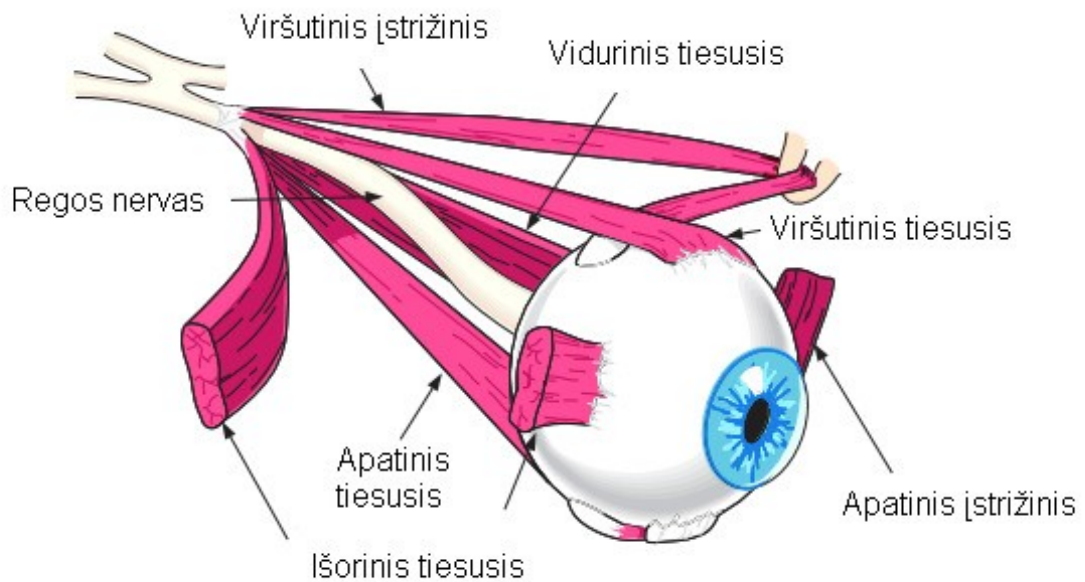


5 pav. Aferentiniai ir eferentiniai žmogaus sensomotorinės sistemos signalai (Laurutis, 2012, p. 97).

1.4 Okulomotorinės sistemos savybės

Regos sistema žmogaus gyvenime ir veikoje yra viena iš svarbiausiųjų. Jos pagalba žmogus ne tik gauna reikiamą regimąją informaciją, bet ir orientuojasi erdvėje. Dėl išskirtinio tobulumo ir sudėtingumo regos organas – akis – dažnai apibūdinama kaip smegenų žievės dalis išvesta į kūno paviršių. Akies tinklainė turi 200 tūkstančių receptorių, o CNS regimąją informaciją apdoroja 2 tūkstančių bitų per sekundę greičiu. Daugiausiai receptorių akies tinklainėje sutelkta jos centrinėje dalyje – geltonojoje dėmėje (*angl.fovea*). Skirtinga receptorių koncentracija tinklainės centre ir aplink ją suformuoja centrinį ir periferinį matymą. Centrinis matymas suteikia galimybę matyti daiktus aiškiai ir suvokti juos t.y. nustatyti kas tai, o periferinis – plačiame matymo lauke aptikti daiktą ir nustatyti kur tai. Centrinio matymo metu akį reikia nukreipti į pasirinktą objektą, o tuomet akies optinė sistema sufokusuoja jį geltonojoje dėmėje. Žmogus savo žvilgsnį gali nukreipti pasukdamas kūną, galvą bei akis. Taigi, žvilgsnio krypties valdymo sistemą sudaro trys pakopos: kūnas, galva ir akys. Kūno judesių diapazonas yra pats didžiausias, tačiau dėl didelės masės kūno judesys yra pats lėčiausias. Galva ir akys, valdant žvilgsnio kryptį, pasižymi dideliu tarpusavio koordinuotumu, greičiu ir tikslumu, todėl jie gali būti laikomi pagrindiniais žvilgsnio krypties valdymo sistemos elementais (Laurutis, 2012).

Žvilgsnio kryptis yra valdoma akies raumenų pagalba (6 pav.). Akį judinantys raumenys randasi akies obuolio išorėje ir jų yra 6 kiekvienoje akyje: vidinis, išorinis, viršutinis ir apatinis tiesieji akį judinantys raumenys, viršutinis ir apatinis įstrižieji akį judinantys raumenys. Regos nervas perduoda nervinius impulsus į smegenis. Tinklainės lazdelės ir kolbelės jungiasi su kitomis tinklainės nervinėmis ląstelėmis, kurių aksonai susijungia ir sudaro regos nervą.



6 pav. Akies raumenų struktūra (Vigue, 2006, p. 261).

Akis, suteikdama mums regą iš esmės yra laikoma sensoriniu elementu, nes ji suteikia daugiausiai informacijos apie mus supantį pasaulį. Tačiau dėl gerai išvystyto centrinio matymo ir dėl to atsiradusio poreikio nukreipti žvilgsnį į pasirinktą objektą, regos sistema taip pat pasižymi geromis motorinėmis savybėmis. Nors kitos žmogaus sensorinės sistemos: klausa, uoslė, lytėjimas, skonis dėka savo jutiminių organų taip pat pagal poreikį gali keisti savo padėtį, tačiau šios dvigubos savybės – sensorinė ir motorinė - sunkiai sulyginamos su regos sistemos judėjimo dinaminėmis galimybėmis. Tokiu būdu regos sistemą išskirtinai galime laikyti kartu turinčią geras tiek sensorines tiek motorines savybes. Nesunku suprasti, kad tiriant regos sistemą mokslininkų dėmesį traukia ne tik labai geros regėjimo savybės, bet ir regos sistemos krypties (akių ir galvos posūkių) valdymo galimybės (Laurutis, 2012).

Žiūros linijos krypties valdymo sistema kaip regos sistemos motorinė dalis yra vadinama okulomotorine sistema. Ši sistema buvo pradėta tirti susidomėjus žmogaus akių judesiais ir jų savybėmis. Buvo nustatyta, kad akių judesių valdymo sistema turi kelias posistemas. Tai fiksacinių, šuolinių (sakadinių), sekimo akių judesių posistemės. Išskirtinis vaidmuo valdant žiūros linijos kryptį tenka vestibulariniam akies refleksui (VOR – Vestibular Ocular Reflex). Tai akių judesių valdymo posistemė, kuri, pasukus galvą, akis pasuka tokiu pat kampu, bet priešinga kryptimi. Vestibularinis akies refleksas leidžia išsaugoti centrinį matymą tiek aktyviai, tiek pasyviai sukiojant galvą. Be jau minėtų akių judesių valdymo posistemių dar yra optokinetinio ir vestibularinioniastagnų posistemės bei vergentinių akies judesių posistemė, kontroliuojanti abi akis stebint arti esančius objektus (Laurutis, 2012).

Zemblys (2013) savo daktaro disertacijoje išskyrė šešis skirtingus akių judesio tipus, kuriais yra valdoma akis. Žmogaus kasdieniniame gyvenime pagrinde dominuoja fiksaciniai ir sakadiniai akių judesiai. Mažiausiai aprašyti yra žvilgsnio stabilizavimo, judant galvai, kūnui ar objektui, mechanizmai – vestibokulinis refleksas ir optokinetinis nistagmas.

Žmogus daugiausia informacijos apie jį dominantį objektą gauna jį stebint, t.y. fiksuojant objektą foevoje, kitaip tariant geltonojoje dėmėje. Ir nors vaizdą suvokiame kaip nejudantį, tačiau stebint aplinką, akis visą laiką juda – atliekami fiksaciniai akių judesiai (Zemblys, 2013). Sakados, dar kitaip apibūdinami kaip šuoliai, yra greiti akių judesiai, nukreipiantys žvilgsnį nuo vieno objekto į kitą ir paprastai vykdomi tarp dviejų fiksacijų. Šie akių judesiai yra labai dažni ir formuojami taip, jog stebimas objektas kuo greičiau būtų sufokusuotas į jautriausia akies sritį – geltonąją dėmę, ir regos sistema galėtų juos atpažinti (Sudintas, 2012, Zemblys, 2013).

Jeigu žmogaus stebimas objektas juda tolydžia trajektorija, jį stabilizuoti foevoje padeda tolydūs sekamieji akių judesiai. Kitaip tariant, tolydus sekimas – tai lėtas akių judėjimas sekant objektą ir stengiantis jį išlaikyti jautriausioje akies srityje. Atvirkščiai nei akių sakados, tolydžiojo sekimo metu vaizdas visada išlieka ryškus. Prireikia 100 – 200 ms vėlinimo, kol akys pradeda tolydžiai sekti taikini. Dažnai tolydus sekimas įtraukia sakadas, kurios padeda išlaikyti sekamą vaizdą jautriausioje regos dalyje (Sudintas, 2012, Zemblys, 2013)

Ketvirtas akių judesių tipas – vergentinis. Šie akių judesiai leidžia mums stebėti įvairiais atstumais nutolusius objektus. Taip pat vergentiniai akių judesiai yra atsakingi už akių pasukimą tokiu kampu, kad abi akys būtų nukreiptos į vieną tašką. Šis judesių tipas unikalus tuo, jog akys judinamos skirtingomis kryptimis galvos atžvilgiu, o situacijoje, kai stebimas objektas yra tiesiai prieš vieną akį ir jo atstumas stebėtojo atžvilgiu kinta, judinama bus tik kita akis (Zemblys, 2013).

1.5 Koordinuotos rankos ir žvilgsnio fiziologinio modelio apžvalga

Tiriant koordinuotos rankos judesių sąsajas su žvilgsniu, aktualu atskleisti, mokslininkų plačiai nagrinėjusių minėtų sistemų sąsajas, fiziologinį modelį. Daunys, Laurutis, 1996; Daunys, Laurutis, 1998; Hung, Huston, 2002; Mikulaš, 2000, savo mokslinėse publikacijose yra aprašę rankos ir akies judesių fiziologinį modelį. Sekant taikinį, informacija apie jo koordinates

pirmiausia patenka į tinklainę. Toliau iš jos eina į smegenis, kur yra informacijos apdorojimo grandis su grįžtamuju ryšiu. Apdorota informacija siunčiama į akies raumenis su tikslu valdyti žvilgsnio kryptį, o taip pat į rankos judesių valdymo sistemą. Žvilgsnio krypties kontrolės sistemą sudaro dvi posistemės. Tai tolydinio sekimo posistemė ir sakadų formavimo posistemė. Į tolydinio judesių formavimo posistemę patenka taikinio greičio vektorius. Praeina per 100 laipsnių/sekundę greičio filtrą, toliau su matymo srityje kito formuojamo vektoriaus sukaupta trumpalaikė informacija taikinio judėjimui prognozuoti bei taikinio judėjimo šablonais, kurie buvo įsisavinti anksčiau. Šis apdorotas signalas eina per integratorių ir padėties vektoriaus pavidalu grįžta į žvilgsnio nukreipimo sistemą. Regos procesas yra nenutrūkstamas ir koreguojamas su grįžtamojo ryšio grandine. Apie rankos padėties vektorius mes sužinome iš regimosios informacijos ir iš proprioceptinio ryšio. Sekant tolydinį taikinį formuojami rankos judesiai, gaunant taikinio padėties vektorius, kuris yra diferencijuojamas ir eina į rankos sistemą, kurioje prieš tai yra sumatorius į kurį neigiamojo ryšio proprioceptinės greičio vektoriaus, koreguojantis tolesnį vektoriaus greičio formavimą. Toliau, kad gauti rankos judesio vektorius, signalas pereina per integratorių. Iš kurio padėties vektorius perduodamas rankos judesio sistemai jį atlikti ir šakojasi į dvi dalis, viena iš jų koordinuotai judesių formavimo sistemai perduodanti proprioceptinį padėties signalą. Kita taikinio padėties signalą perduoda regos sistemai. Iš to galima teigti, kad rankos ir žvilgsnio sistema veikia kartu.

1.6 Okulomotorinės sistemos sąveika su smulkiaja motorika

Pasaulinėje literatūroje aptinkama nemažai publikuotų tyrimų (Crawford ir kt., 2004; Furneaux, Land, 1999; Hayboe ir kt., 2003, Herst ir kt., 2001; Land, McLeod, 2000, Peltz ir kt., 2000), kuriuose būtų aiškinamasis ryšys tarp akies ir rankos judesių koordinacijos. Mokslininkai, plačiai nagrinėję akies ir rankos tarpusavio koordinacijos ryšį, dažniausiai savo tyrimus vadina sensomotorinio tipo. Pasak Vitkienės (2003), sensomotorika, tai procesų, apimančių pojūčius ir atsakomąjį judesį, visuma. Kitaip tariant, žmogaus akį mes įvardijame kaip sensorinį elementą, įvesties signalą, tuo tarpu, žmogaus ranka dalyvauja kaip motorinis elementas, išvesties signalas.

Zemblys, Laurutis (2008) atliko tiriamąjį eksperimentą, kuriame siekė nustatyti akies ir rankos tarpusavio koordinaciją, kartu registruojant sekimą ranka ir žvilgsniu. Įdomu pastebėti, jog, tiriant akies ir rankos judesių tarpusavio koordinaciją, sekant kompiuterio ekrane judantį taikinį akimis, akis dalyvauja ne tik kaip sensorinis, bet taip pat kaip ir motorinis elementas. Tuo tarpu, sekant taikinį rankos pagalba, akis dalyvauja tik kaip sensorinis elementas.

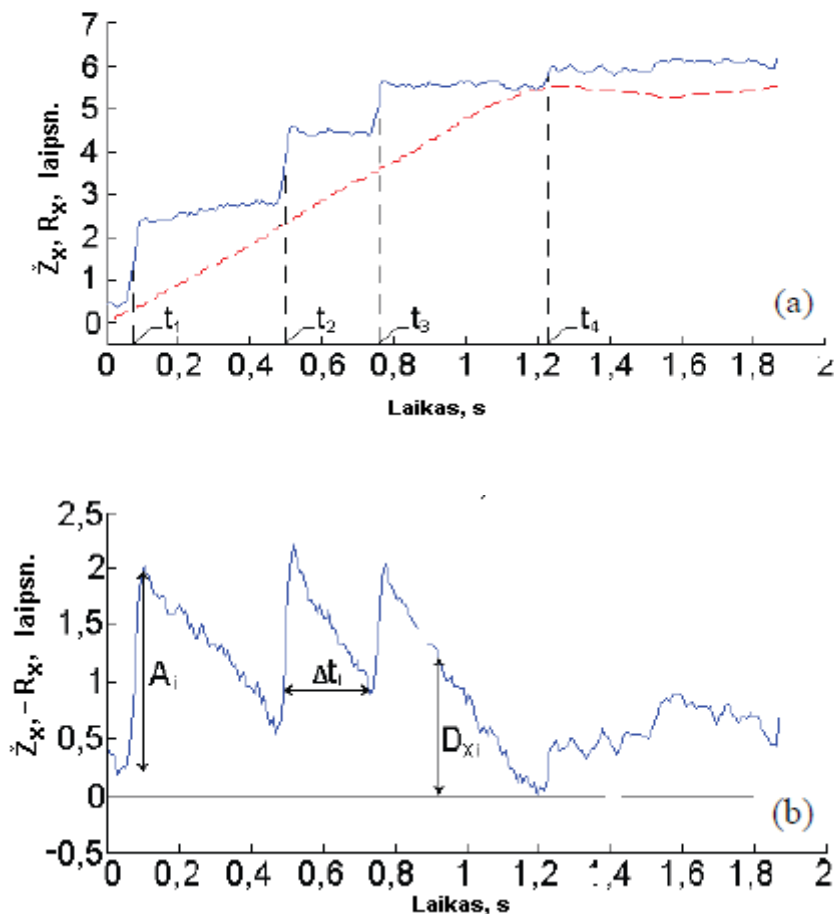
Tyrimo rezultatai atskleidė, jog tirtos žmogaus sensomotorinės sistemos (akis ir ranka) turi tam tikrą ribinės informacijos praleidžiamąją gebą. Nes, sekant taikinį tiek akimis, tiek rankomis,

taikinio greičiui didėjant taip pat didėja ir per kanalą perduotas informacijos kiekis, tačiau pasiekus tam tikrą ribą, informacijos kiekis vėl sumažėja. Nustatyta, kad didžiausią praleidžiamąją gebą turi žmogaus okulomotorinė sistema, tačiau išskyrus vidutinį greitį, kuriame dominuoja žmogaus ranka. Taip pat atskleistas labai įdomus faktas, kad kai tiriamasis sekdamas taikinių kartu registruojant judesius akimis ir ranka, rezultatai gavosi prastesni, nei davus užduotį sekti taikinių atskirai. Tyrime pastebėta, kad akimis buvo labiau sekamas pelės cursorius, nei taikiny.

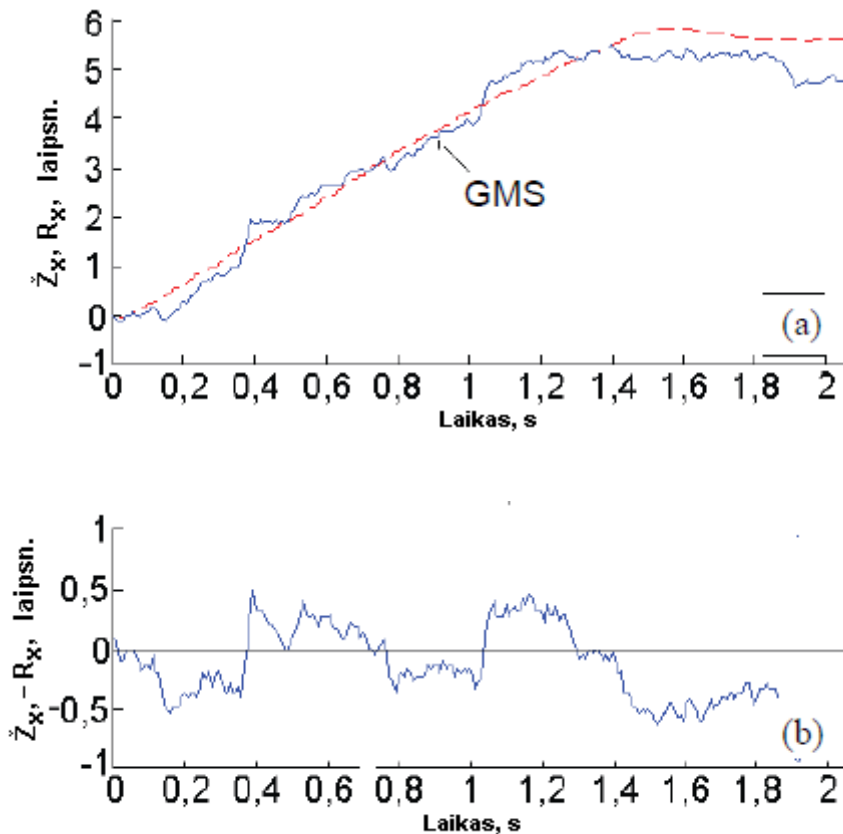
Zemblys, Laurutis (2009) savo tyrime atskleidė konkretesnius duomenis apie žmogaus žvilgsnio ir rankos ribinės informacijos praleidžiamąją gebą. Eksperimente nustatyta, kad didinant taikinio trajektorijos judesio greitį, kuomet sekimo paklaidos žymiai padidėja, gautas okulomotorinės ir rankos sensomotorinės sekimo sistemų maksimalus informacijos perdavimo greitis – kanalo praleidžiamoji geba. Okulomotorinei sistemai tai trunka apie 8 bitus/s, o rankos sensomotorinei sistemai – apie 6,5 bitus/s. Taip pat nustatyta, kad kai sekant dvimate atsitiktine trajektorija judantį taikinį, okulomotorinė ir rankos sensomotorinė informacija efektyviausiai veikia, kai pikinis taikinio judesio greitis – 5 laipsniais, kurį galima laikyti ribiniu taikinio greičiu. Įrodyta, kad esant didesniam greičiui sekimo paklaidos žymiai padidėja, o informacijos perdavimo greitis – sumažėja. Prie viso to Zemblys, Laurutis nustatė, kad kai dirbtinai buvo eliminuotas suvėlinimas tarp taikinio trajektorijos ir okulomotorinės bei rankos sensomotorinės sistemos sekimo trajektorijų, gauti duomenys, jog okulomotorinei sistemai vidutinis suvėlinimas (apie 60 ms) yra mažesnis negu rankos sensomotorinei sistemai (apie 70 ms horizontaliame ir 90 ml vertikaliame kanaluose).

Dar viena, tačiau bene pati svarbiausia, savybė, tiriant žmogaus akies ir rankos koordinaciją bei jų sekamuosius judesius, atskleista lietuvių mokslininkų kolektyvo. Niauronis, Laurutis, Zemblys (2011), tirdami akies ir rankos koordinaciją pastebėjo, jog sekant ranka ir žvilgsniu labirintu judantį taikinį, žvilgsnis juda taikinio priekyje taip perduodamas informaciją rankų judesių kontrolės sistemai apie būsimos labirinto kelio eigos rankos valdymą. Dar daugiau, eksperimento metu, buvo pastebėtos ir naujai nustatytos dvi žvilgsnio – rankos koordinacijos strategijos. Viena iš jų – žvilgsnio šuoliukai (angl. GJ – gaze jumps), pavaizduota 7a paveiksle. Ir kita – tolygaus žvilgsnio judėjimo strategija (angl. GMS – gaze moves smoothly), kuri pavaizduota 8a paveiksle. Žvilgsnio šuoliukų strategijos metu, akių šuoliai juda priekyje busimo kelio kryptimi (7a paveikslas). Vidutinė šuoliukų amplitudė siekia apie 0,6 laipsnio, o dažnis yra 2 – 4 Hz diapazone. Tuo tarpu, tolygaus žvilgsnio strategijos metu, žvilgsnis sukongcentruotas ties judančiu taikiniu, todėl vidutinis sekamo taikinio atstumas tarp judančio taikinio ir žvilgsnio yra tik 0,1 – 0,2 laipsnio (8a paveikslas). Pastebėta, kad labirinto trajektorijos sudėtingumas įtakoja žvilgsnio šuoliukų dažnį. (žvilgsnio šuoliukų strategijoje). Tačiau šis kintamasis neturi

jokios esminės įtakos tam, kaip objektas elgiasi žvilgsnio šuoliukų ar tolygaus žvilgsnio judėjimo strategijų metu. Taip pat pastebėta, jog didėjant, taikinio sekimo ranka, greičiui, tiriamieji linę perkleti tolygaus žvilgsnio strategiją į žvilgsnio šuoliukus. Tyrimo rezultatai atskleidė, jog žvilgsniu sekant labirintu judantį taikinį, kuris buvo valdomas rankos pagalba, žvilgsnis atsiliko nuo judančio taikinio 0,3 – 0,15 laipsnių diapazone.



7 pav. a) Raudona atkarpa – ranka valdomo taikinio trajektorija. Mėlyna linija – žvilgsnio trajektorija. b) Žvilgsnio ir rankos judesių trajektorijos, žvilgsnio šuolių strategijos atveju. A – šuolio amplitudė. Δt – laiko trukmė tarp šuolių. t – laiko momentas, kuomet įvyksta žvilgsnio šuolis. D_x – atstumas tarp žvilgsnio ir rankos.



8 pav. Žvilgsnio ir rankos trajektorijos, tolygiosžvilgsnio strategijos atveju. a) Raudona linija – ranka valdomo taikinio trajektorija. Mėlyna linija – žvilgsnio trajektorija.

1.7 Bendros koordinacijos tyrimų apžvalga, tiriant krepšinio žaidėjus

Specifinės krepšinio žaidimo sąlygos ir taisyklės iš krepšininkų reikalauja specialios koordinacijos. Žaidžiant krepšinį labai svarbūs yra erdvinės orientacijos, judesių derinimo ir ritmiškumo koordinaciniai gebėjimai (Ljach, 1995). Koordinacijos rodikliai yra daliniai genetiškai determinuoti, nors aktyviai bei efektingai treniruojantis ir organizmui adaptuojantis prie fizinių krūvių jie gerėja.

Koordinaciniai gebėjimai priklauso nuo daug veiksnių; centrinės nervų sistemos, sensomotorinių, aukštosios nervinės veiklos ir kt. (Skurvydas, 2008). Tuo pačiu tampa sudėtinga koordinacija vertinti. Dažnai koordinacija sporte vertinama kokybiškai. Galima vertinti vizualiai, filmuojant arba fotografuojant. W. Ljach (1995) pagrindiniais koordinacinių gebėjimų požymiais mano esant taisyklingumą, greitumą, racionalumą. Matuojant užduoties atlikimo greitumą arba tikslumą, sąlyginai galima vertinti koordinaciją kiekybiškai. Gali būti naudojami įvairūs pratimai, kiekybiškai vertinant koordinaciją, jeigu jų atlikimas susijęs su

koordinaciniu sudėtingumu. Bendrieji sportininkų koordinaciniai gebėjimai vertinami atliekant savo struktūra ir pobūdžiu tolimus sporto šakai testus. Tuo tarpu, specialioji koordinacija, nustatoma testais artimais specifinei veiklai ir dažnai atspindi techninį sportininko parengtumą.

Krepšininkų koordinacijos rodikliai buvo ir tebėra aktyviai tiriama įvairių šalių mokslininkų. Krepšinis įvardintas kaip vienas iš pačių reikliausių sporto šakų, koordinacijos treniravimo atžvilgiu (Glasauer, Nieber, 2000; Nevill, 2000; Ljach, 2002). Daugiausiai tyrimų atliekama, tiriant bendruosius krepšininkų koordinacijos gebėjimus.

Mikolajec ir Rygula (1999) tyrime apie krepšininkų koordinaciją, nustatė žymią sąveiką tarp moterų krepšininkų koordinacinių gebėjimų (erdvės orientacijos, kinestetinės diferenciacijos, reakcijos laiko, pusaisuovros) ir individualių techninių įgūdžių (metimo efektyvumo, driblingo greičio, metimo driblinge efektyvumo, perdavimo dviem rankomis nuo krūtinės efektyvumo ir laiko). Narmontas (2010) tirdamas krepšininkų koordinacijos gebėjimus tarp skirtingo amžiaus grupių krepšininkų, pastebėjo, jog koordinacijos gebėjimų ryšys su fizinio parengtumo rodikliais (greitumo jėga, jėga, lankstumas, vikrumas, išvermė) buvo silpnas ir nestabilus. Dembinski (1997) tyrė faktorius, kurie sukėlė gana didelį poveikį krepšininkų žaidimo lygiui. Buvo pastebėta, kad judesių koordinacija, efektyvūs laisvi metimai, ir metimai bėgant, turėjo didžiulę įtaką jaunų krepšininkų bendram efektyvumui ($D = 23\%$). Kubaszczyk (2001), savo tyrime pateikė koreliacijas tarp motorinių koordinacijos įgūdžių ir specialios kompetencijos lygių. Tyrime, kuriame dalyvavo 171 jaunas krepšininkas (13 – 18 m.), autorius pastebėjo, jog motoriniai koordinacijos ir techniniai įgūdžiai buvo visuotiniai ir esminiai žaidėjų pasirengimo komponentai.

Kamuolio varymui, perdavimui, ir metimui į krepšinį būtina rankos – akies koordinacija. Be rankos – akies koordinacijos visi išvardinti krepšinio elementai nebūtų tiksliai atliekami. Pasak Stonkaus (2002), krepšinyje, tikslumas, yra viena iš kelių koordinacijos gebėjimų sudedamųjų dalių, be kurio nukentėtų krepšinio kokybė.

Koordinuotų rankos judesių tyrimai tarp krepšininkų ir jų skirtingų meistriskumo lygių niekada nebuvo tirti ir analizuojami. Būtų aktualu ištirti ir palyginti rankos judesių koordinaciją tarp skirtingo meistriskumo lygio krepšininkų grupių. Tuo pačiu atskleisti, ar egzistuoja tiesioginis ryšys tarp koordinuotų rankos judesių rodiklių, ir skirtingo meistriskumo krepšininkų.

2 skyrius. SKIRTINGO MEISTRISKUMO KREPŠININKŲ RANKOS KOORDINACIJOS TYRIMO APŽVALGA

1.8 Kokybinio tyrimo metodika ir organizavimas

Tyrimas vyko Šiaulių universiteto, Technologijos fakulteto, Elektronikos katedros laboratorijoje. Joje įdiegta speciali įranga, kurios pagalba vykdomi eksperimentiniai tyrimai, kurių metu tiriama įvairūs žmogaus žvilgsnio bei žvilgsnio ir rankos tarpusavio koordinacijos parametrai.

Taikinio sekimas žvilgsniu buvo registruojamas JAV firmos *LC Technology* sukurtu žiūros linijos registracijos įtaisu *EyeGaze System* (9 pav.). Ši sistema veikia be jokio kontakto, nes akies atvaizdai gaunami vaizdo kamera. Ji pastoviai seka atskirų akių judesius. Mažos galios infraraudonųjų spindulių šviesos diodai įmontuoti kamerų objektyvų centruose apšviečia akį, neviršijant maksimalių leistinų saugių akies apšvietimo parametrų.

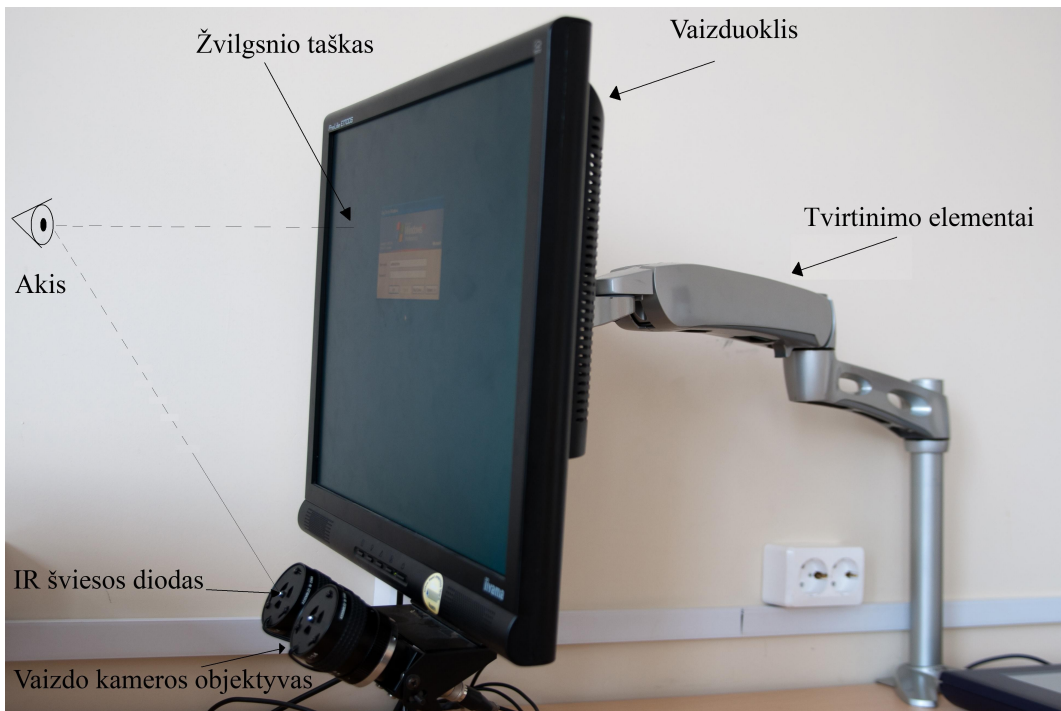
EyeGaze sistemos įranga buvo registruojamos taikinio, žvilgsnio padėties ekrane bei skirtumo tarp jų trajektorijų koordinatės ir analizuojami sekimo parametrai. Fiksavimo metu susikerta dvi plokštumos. Kamerų filmavimo plokštuma nesutampa su žiūros plokštuma, viena kaip mes žiūrimė atsisėdę tiesiai, kita prietaiso kamerų plokštuma. Ryšys tarp jų buvo suderinamas kalibracijos metu.

Kad tiriamųjų, registruojamų akių judesių rezultatai būtų kuo tikslesni, tyrimo dalyviai, tyrimo metu, negalėjo judinti galvos. Taikinio judesių sekimas turėjo būti vykdomas vien tik rankos ir akių judesiais.



9 pav. EyeGaze sistema.

EyeGaze sistemą sudaro procesorius, vaizduoklis, dvi judinamos kameros po vaizduokliu, klaviatūra ir kompiuterinė pelė arba prisilietimui jautri magnetinė planšetė (10 pav.). Tvirtinimo elementais (lanksčia rankena) galima reguliuoti vaizduoklio aukštį nuo stalo, gylį į tolį, pasvirimo kampą į šonus, bei ekrano plokštumos pasvirimą aukštyn ir žemyn.



10 pav. Eyegaze sistemos techninės įrangos konstrukcija.

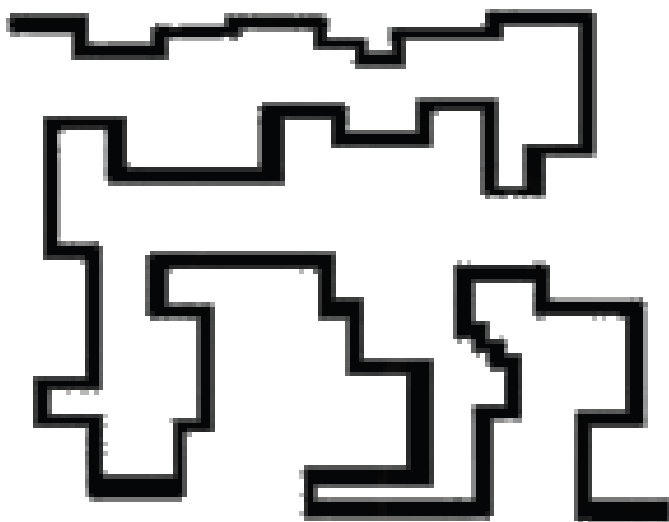
Sekimui ranka buvo naudojama lietimui jautri plokštelė su rašikliu primenančiu davikliu: Magnetinė planšetė Wacom Intuos 2.XD -1212-U (11 pav.). Kursoriaus padėties registravimo metu, specialus daviklis, primenantis rašiklį, ranka buvo slankiojamas ant aktyvaus magnetinės planšetės ploto. Magnetinės planšetės aktyvaus fiksavimo plotas yra 1,09 karto mažesnis už ekrano plotą, todėl rankos judesiams padengti visą ekrano plotą, vien riešo judesiais, nepakanka (Wacom Intuos 2, 2003, cit. Adelbergis, 2011)



11 pav. Magnetinė planšetė Wacom Intuos 2.XD -1212-U .

Vykdamas tyrimą, remiantis Niauronio, Laručio, Zemblio (2011) tyrimo metodika, buvo sukurti ir panaudoti dviejų skirtingų tipų labirintai (takeliai) su skirtingo sudėtingumo trajektorijomis, vienas iš jų kamputas (12 pav.), kitas – suapvalintais kampais (13 pav.). Takelio viduryje buvo paleidžiamas taikinys, kuris takeliu skriejo trimis skirtingais greičiais: 2,5, 5 ir 10 kampinių laipsnių per sekundę ($^{\circ}/s$).

Takelis su taikinio judesiu buvo pateiktas kompiuterio ekrane. Tiriamiesiems buvo nurodyta ranka sekti taikinį kaip galima tiksliau, stengiantis kuo mažiau laiko prabūti už takelio ribų. Prieš testo atlikimą, kiekvienas tiriamasis turėjo galimybę apsibrasti su naudojamos technikos ypatumais. Testo dalyviai turėjo po vieną bandymą, suapvalintame labirinte, pasekti skriejantį taikinį ranka, nefiksuoju rezultatų, taip siekiant, kad tiriamieji apsibrastų su tyrimo įrangos atlikimo ypatumais.



12 pav. Kampuotas labirintas.



13 pav. Suapvalintas labirintas.

Pirmiausia, tyrimo dalyviai tyrimą pradėdavo nuo suapvalinto labirinto, kuriame taikiny sskriedavo lėčiausiu greičiu t.y. 2,5 kampinių laipsnių per sekundę ($^{\circ}/s$). Po šios užduoties, tyrimo dalyviams buvo pateikiamas kampuotas labirintas, vėl gi su tyrime naudojamu lėčiausiu taikinio greičiu. Toliau, visa tyrimo eiga vyko nuosekliu būdu, buvo pateikiami labirintai su vidutiniu, sekamo taikinio, greičiu ir galiausiai – greičiausias sekamo taikinio greitis, kuris siekė 10 ($^{\circ}/s$). Bendras tyrimo fragmentas pavaizduotas 14 paveiksle.



14 pav. Tyrimo fragmentas.

Tyrimo metu buvo registruojami ir vertinami šie parametrai:

1. Rankos išėjimo už tako ribų laiko ir užduoties atlikimo laiko santykis (laikas praleistas ne take), %
2. Vidutinis rankos greitis, °/s
3. Vidutinis atstumas tarp ranka valdomo objekto ir eksperimente judančio taikinio (orientyro), °.
4. Žvilgsnio krypties pakeitimo šuoliniais akių judesiais kiekis (vidutinis GJ sakadų skaičius viso eksperimento metu), vnt.
5. Vidutinis akių (žvilgsnio) judesių greitis ir laiko intervalas tarp sakadų:
 - Vidutinis GMS greitis, %.
 - Vidutinis laikas tarp sakadų, s.
 - Vidutinė sakados amplitudė, °.
6. Vidutinis rankos atsilikimas nuo akies (žvilgsnio), s.

15 pav. pavaizduotas eksperimento (kampuoto labirinto) trajektorijų pavyzdys. Žydra spalva vaizduoja, labirinto take, judančio taikinio trajektoriją, viso eksperimento metu. Raudona spalva simbolizuoja eksperimento dalyvio rankos judėjimo trajektoriją, labirintu judantį taikinį. Šviesiai žalia (salotinė) spalva vaizduoja taip pat eksperimento dalyvio rankos judėjimo trajektoriją, tačiau, ši spalva vaizduojama tuomet, kai ranka valdomas orientyras pralenkia, būna priekyje, labirinte nustatytu greičiu judantį taikinį. Tamsiai mėlyna spalva simbolizuoja, tiriamojo

Tiriamųjų amžius siekė nuo 20 iki 29 metų. Visi tiriamieji buvo puikios psichinės būklės, nei vienas iš tiriamųjų neturėjo jokių fizinių ar protinių sutrikimų, kurie galėtų įtakoti tyrimo rezultatus.

Tiriamųjų grupės buvo sudaromos pagal šiuos kriterijus:

- ✓ Nežaidžiančiųjų grupei priskiriami tiriamieji visiškai nežaidžiantys krepšinio.
- ✓ Krepšininkų – mėgėjų grupei priskiriami tiriamieji, krepšinį mėgėjiškai žaidžiantys 1 – 3 kartus per savaitę, atstovaudami miesto krepšinio mėgėjų lygos komandai ir niekada nėra atstovavę jokiai profesionaliai krepšinio komandai, kuri dalyvauja nacionaliniuose krepšinio čempionatuose.
- ✓ Krepšininkų – profesionalų grupei priskiriami tiriamieji, kurie krepšinį žaidžia, atstovaudami aukščiausios Lietuvos krepšinio lygos komandai, kuri dalyvauja ne tik nacionaliniame krepšinio čempionate, tačiau ir Baltijos krepšinio lygos čempionate. Žaidėjai atstovaudami klubui gauna piniginių atlygį .

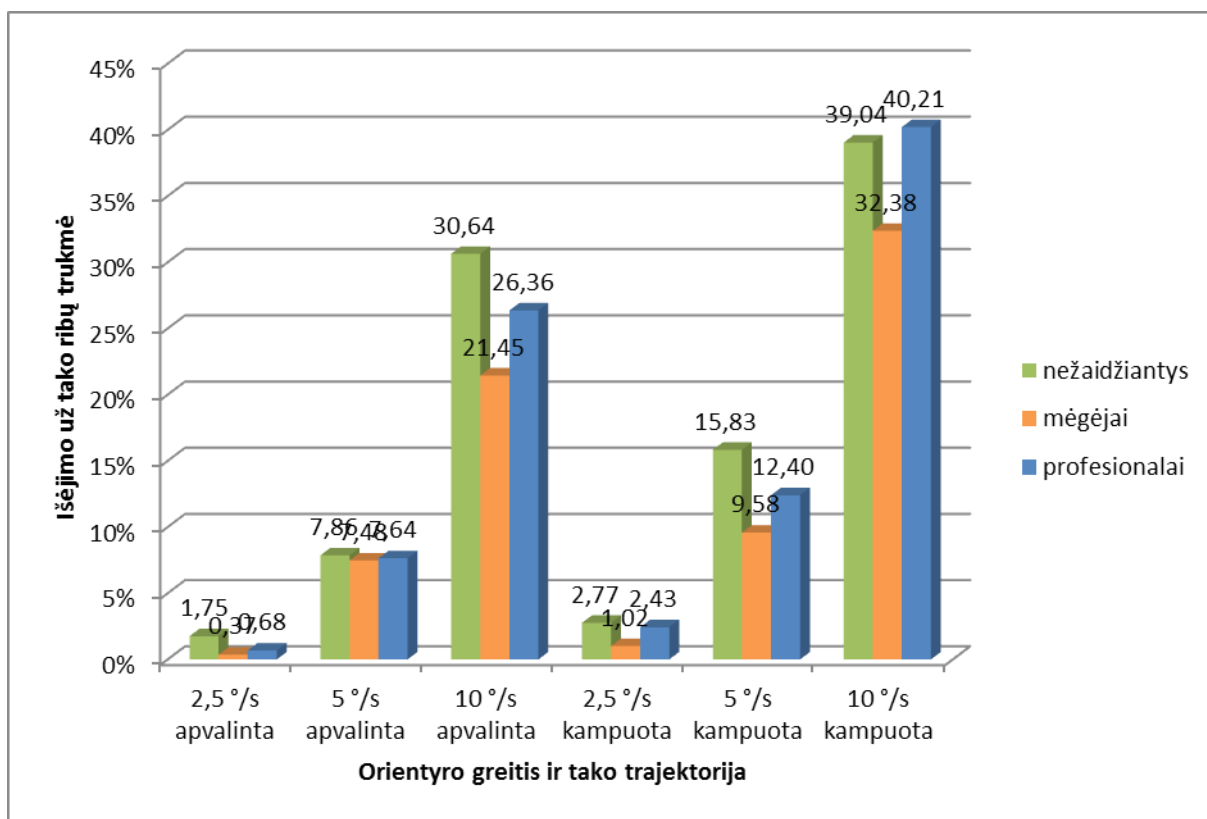
Remiantis Bitinino (1998) išskirtomis kokybinių imčių pavyzdžiais, visos tiriamosios grupės sudarytos pagal atsitiktinę ribotą imtį, kai nesiekama tyrimo išvadų taikyti generalinei aibei (skirtingo meistriškumo krepšininkų grupėms).

1.10 Tyrimo rezultatai ir jų aptarimas

Analizuojant 16 pav., kuriame pavaizduotas kiekvienos tiriamosios grupės rankos išėjimo už tako ribų trukmės ir užduoties atlikimo laiko santykis, matyti, kaip išsidėstę tiriamųjų grupių rezultatai. Apvalintame labirinte su 2,5 °/s taikinio greičiu, krepšinio nežaidžiančiųjų grupė už labirinto tako ribų prabuvo 1,75 % viso užduoties atlikimo laiko, krepšininkų – mėgėjų grupė – 0,37 %, tuo tarpu, krepšininkų profesionalų grupė – 0,68 % viso užduoties atlikimo laiko. Apvalintame labirinte su 5 °/s taikinio greičiu gauti tokie rezultatai: krepšinio nežaidžiančiųjų grupė – 7,86 %, krepšininkų – mėgėjų grupė – 7,48 %, krepšininkų – profesionalų grupė – 7,64 % viso užduoties atlikimo laiko prabuvo už labirinto ribų. Prie greičiausio taikinio greičio (10 °/s) apvalintame labirinte, rezultatai buvo tokie: krepšinį nežaidžiančiųjų grupės už labirinto ribų prabuvo 30,64 % laiko, krepšininkų – mėgėjų grupė – 21,45 %, o krepšininkų profesionalų grupė už takelio ribų prabuvo 26,36 % viso užduoties atlikimo laiko. Kampuotame labirinte su 2,5 °/s taikinio greičiu, krepšinio nežaidžiančiųjų grupė už takelio ribų prabuvo 2,77 % viso užduoties atlikimo laiko, krepšininkų – mėgėjų grupė – 1,07 %, o krepšininkų – profesionalų grupė – 2,43 %. Prie vidutinio taikinio greičio (5 °/s) kampuotame labirinte grupių rezultatai

atitinkamai pasiskirstė taip: krepšinio nežaidžiančiųjų grupė – 15,83 %, krepšininčių mėgėjų grupė – 9,58%, tuo tarpu krepšininčių profesionalų grupė – 12,40 % viso užduoties atlikimo laiko. Galiausiai, prie didžiausio labirinte skriejančio taikinio greičio (10°/s) kampuotame labirinte, grupių rezultatai išsidėstė taip: nežaidžiantys krepšinio – 39,04 %, krepšinio mėgėjai – 32,38 %, krepšinio profesionalai – 40,21 %.

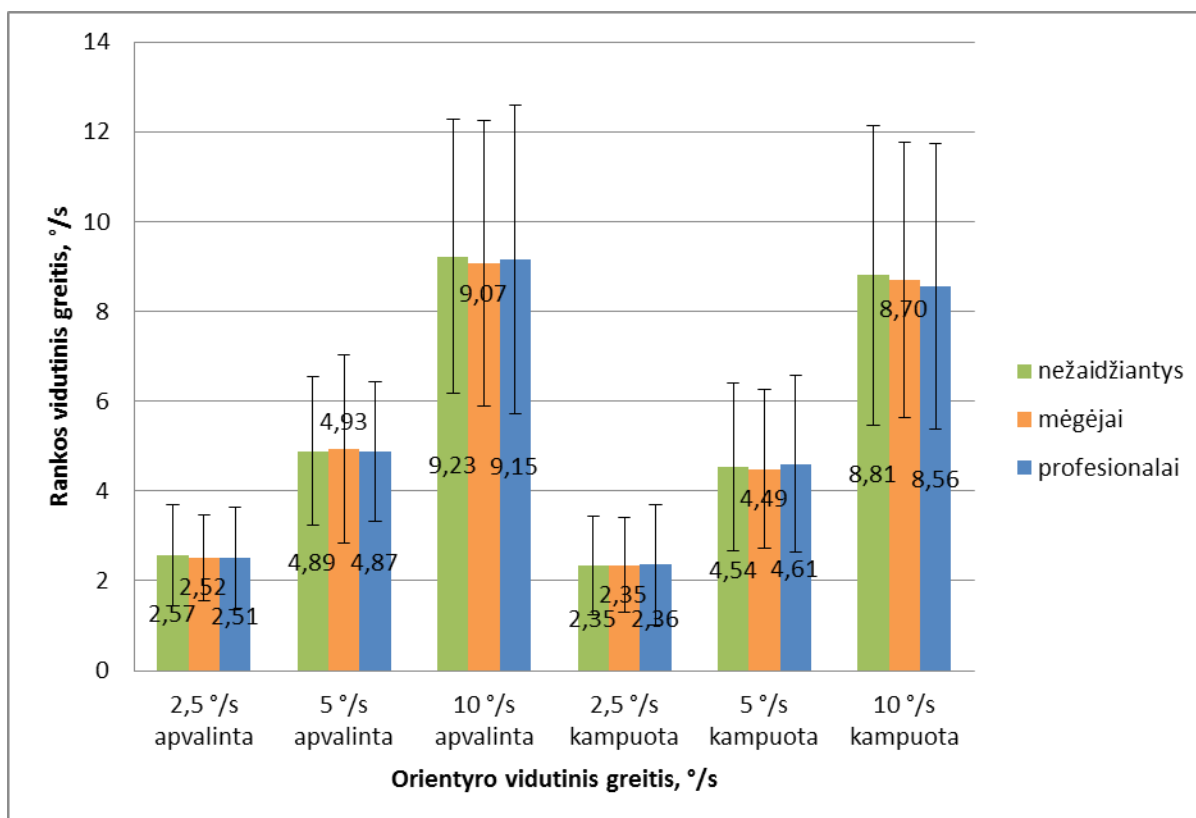
Išanalizavus 16 pav., galima teigti, kad krepšininčių – mėgėjų grupė iš visų tiriamųjų grupių padarė mažiausiai klaidų visuose skirtinguose labirinto greičiuose ir abiejuose labirinto tipuose. Kitaip tariant, krepšininčių – mėgėjų grupė, ranka mažiausiai laiko praleido už labirinto ribų. Tuo tarpu krepšininčių – profesionalų grupės tiriamųjų rezultatai buvo šiek tiek geresni nei nežaidžiančiųjų krepšinio grupės atstovų, išskyrus vienintelį atvejį, kai prie kampuoto labirinto greičiausiojo taikinio greičio, kuriame nežaidžiančiųjų grupės narių rezultatas buvo neženkliai geresnis, skirtumas siekė 1,17 %.



16 pav. Rankos išėjimo už tako ribų trukmės ir užduoties atlikimo laiko santykis, %.

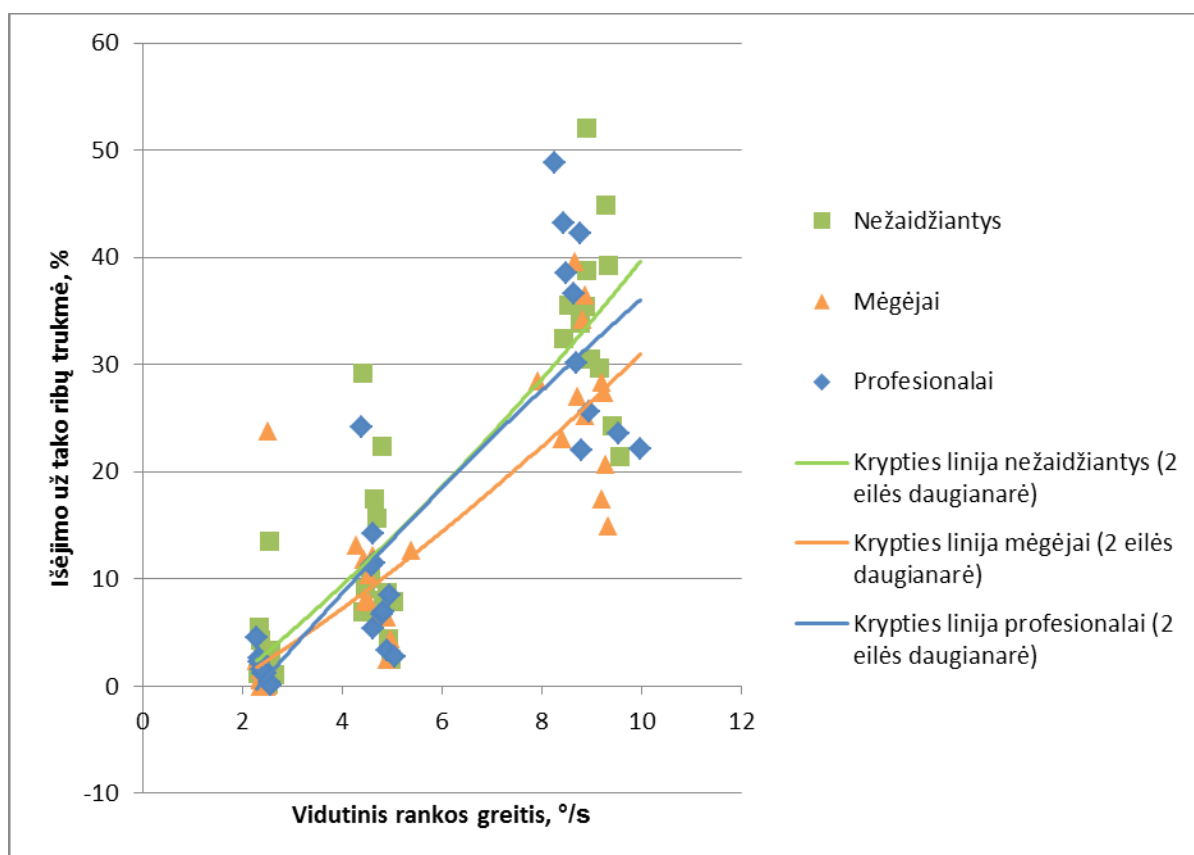
Vertinant 17 pav., kuriame pavaizduotas tiriamųjų grupių ranka valdomo objekto vidutinis greitis abiejuose tako trajektorijose (apvalioje ir kampuotoje), pastebėta, kad tiriamieji tinkamai suprato užduotį ir pasirinko daugmaž panašų vidutinį greitį kaip ir labirintu skriejančio taikinio. Prie 2,5 °/s taikinio greičio apvalintame labirinte, krepšinių nežaidžiančiųjų grupės narių, ranka valdomo objekto vidutinis judėjimo greitis siekė 2,57 °/s (SD – 1,12), krepšininčių mėgėjų

grupės – 2,52 °/s (SD – 0,95), o krepšininkų profesionalų grupės – 2,51 °/s (SD – 1,14). Vidutinio tyrimo greičio t.y. 5 °/s metu, apvalintame take, krepšinių nežaidžiančiųjų grupės tiriamųjų, ranka valdomo objekto vidutinis greitis siekė 4,89 °/s (SD – 1,65), krepšininkų mėgėjų grupės – 4,93 °/s (SD – 2,09), o krepšininkų profesionalų grupės – 4,87 °/s (SD – 1,56). Ties greičiausiu 10 °/s tyrimo labirintu, apvalintame take, krepšinio nežaidžiančiųjų grupės tiriamųjų, ranka valdomo objekto vidutinis greitis buvo 9,23 °/s (SD – 3,06), krepšininkų mėgėjų grupės – 9,07 °/s (SD – 3,18), o krepšininkų profesionalų grupės – 9,15 °/s (SD – 3,43). Prie 2,5 °/s taikinio greičio kampuotame labirinte, krepšinių nežaidžiančiųjų grupės tiriamųjų ranka valdomo objekto vidutinis judėjimo greitis buvo 2,35 °/s (SD – 1,10), krepšininkų mėgėjų grupės – 2,35 °/s (SD – 1,05), o krepšininkų profesionalų grupės – 2,36 °/s (SD – 1,35). Ties 5 °/s taikinio greičio kampuotame labirinte, krepšinių nežaidžiančiųjų grupės tiriamųjų ranka valdomo objekto vidutinis judėjimo greitis buvo 4,54 °/s (SD – 1,87), krepšininkų mėgėjų grupės – 4,49 °/s (SD – 1,76), o krepšininkų profesionalų grupės – 4,61 °/s (SD – 1,97). Ties greičiausiu 10 °/s tyrimo labirintu, kampuotame take, krepšinio nežaidžiančiųjų grupės tiriamųjų, ranka valdomo objekto vidutinis greitis buvo 8,81 °/s (SD – 3,34), krepšininkų mėgėjų grupės – 8,70 °/s (SD – 3,07), o krepšininkų profesionalų grupės – 8,56 °/s (SD – 3,18). Tyrimo rezultatai tarp tiriamųjų grupių, ties kiekvienu labirinto greičiu ir ties kiekvienu labirinto tako trajektorijos tipu buvo panašūs, didelio ir verto dėmesio išsiskyrimo tarp tiriamųjų grupių rezultatų nepastebėta.



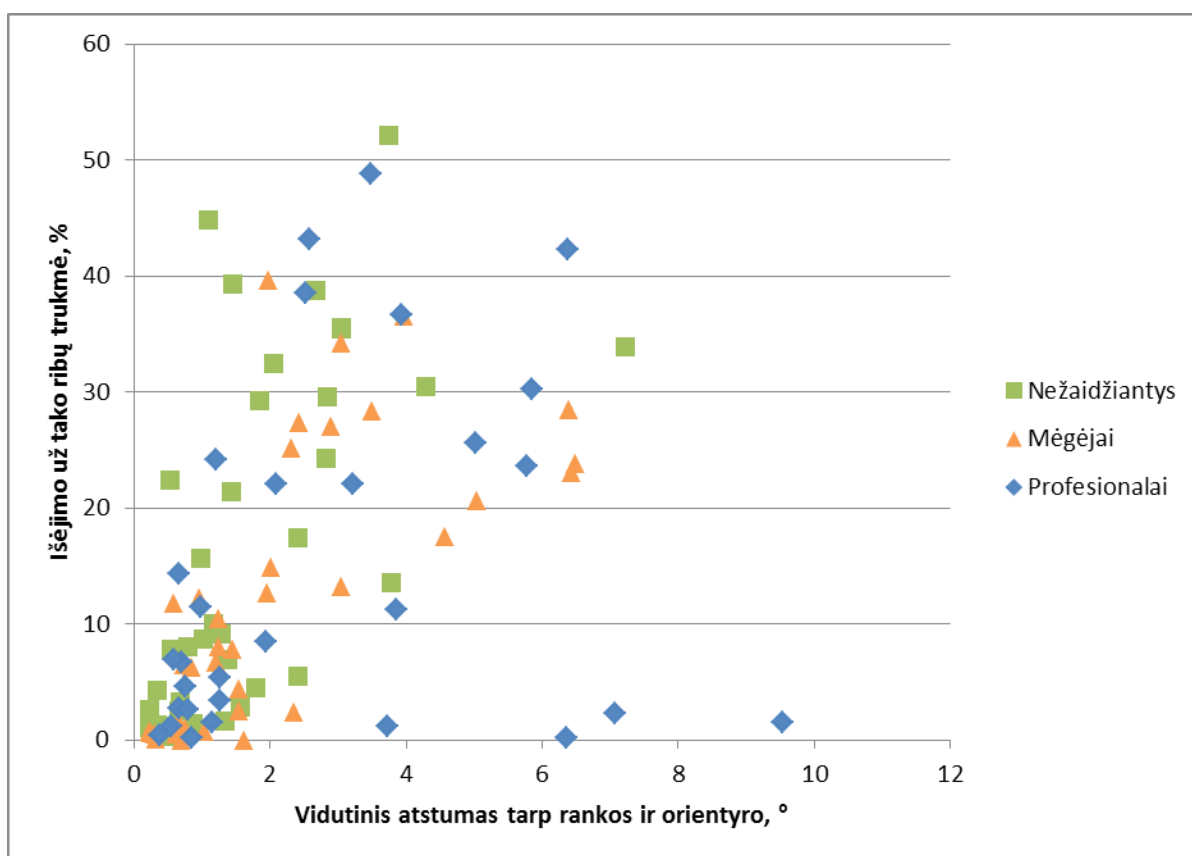
17. pav. Ranka valdomo objekto vidutinis judėjimo greitis tarp tiriamųjų grupių (standartinis nuokrypis – grupių vidutinių reikšmių imtyje).

Analizuojant 18 pav. tyrimo rezultatai rodo, kad testo greitis labai įtakoja tiriamųjų grupių klaidų kiekį, nes kuo didesnis tyrimo greitis, tuo tiriamųjų grupių dalyviai daro daugiau klaidų. Priklausomybė šių tyrimų ribose – beveik tiesinė, nors platesnėse ribose (pvz. dar didinant eksperimento greitį) galima spėti, jog priklausomybė nusistovi. Taip pat žvelgiant į 18 pav. pastebima, kad krepšinio mėgėjų grupei testo greičio padidėjimas, iš visų tiriamųjų grupių, darė mažiausią poveikį, įtakojantį atliekamų klaidų kiekį. Visa tai parodo oranžinės linijos išsidėstymas x ir y ašyse, kuris iš visų tiriamųjų grupių pavaizduotas arčiausiai x ašies, o tai leidžia manyti, jog vis didėjant testo greičiui, krepšinio – mėgėjų grupė darė mažiau klaidų už kitas tyrime dalyvaujančias grupes. Tuo tarpu krepšinio profesionalai didėjant rankos greičiui darė mažiau klaidų už tiriamuosius, nežaidžiančius krepšinio. Taigi, 18 pav. duomenys atskleidė, jog, lyginant, tiriamųjų grupių išėjimo už tako ribų laiko trukmės priklausomybė nuo vidutinio rankos greičio, krepšinio mėgėjai pasirodė geriausiai. Žinoma, verta paminėti, jog grupių narių rezultatų išsibarstymai yra pakankamai dideli su skirtumais tarp krypties linijų.



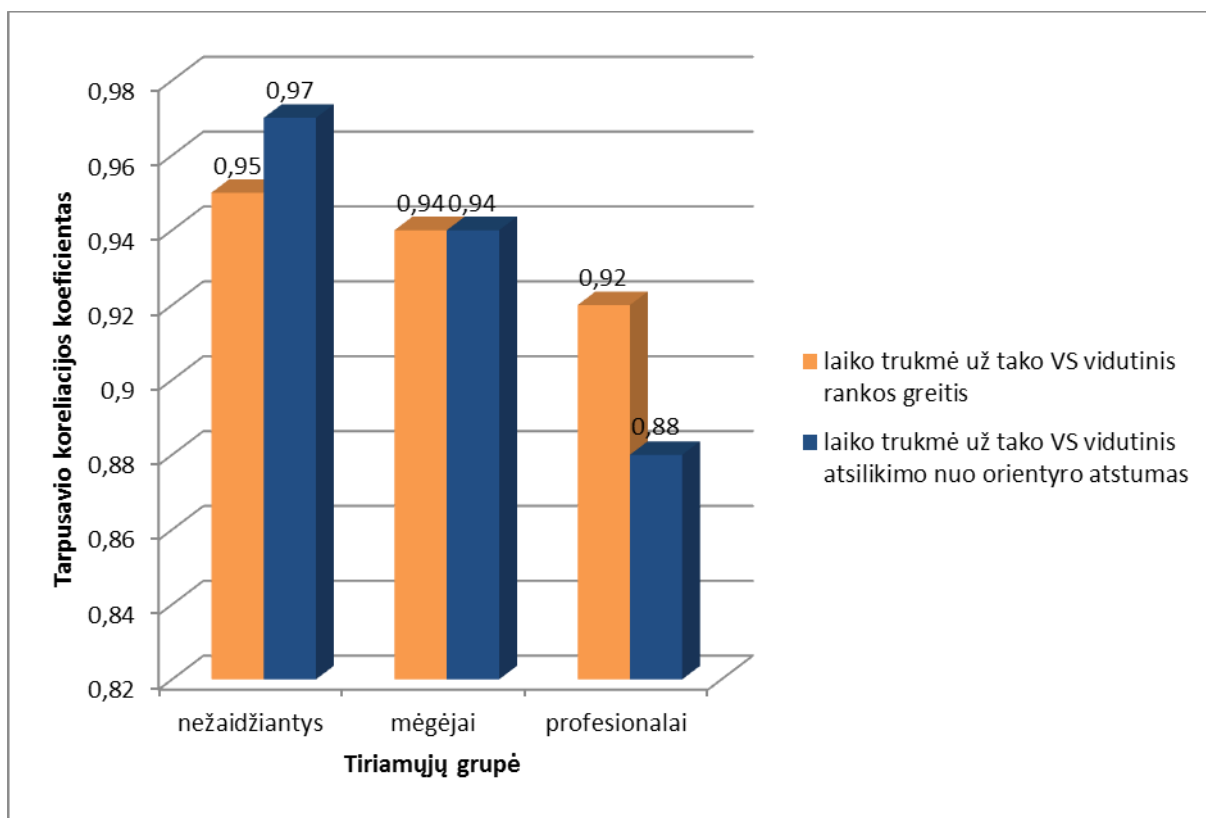
18 pav. Išėjimo už tako ribų laiko trukmės priklausomybė nuo vidutinio rankos greičio, %.

Vertinant 19 pav. duomenis, kuriame pavaizduota tiriamųjų grupių dalyvių išėjimo už tako ribų laiko trukmės priklausomybė nuo vidutinio atstumo tarp rankos ir orientyro, pastebėta, kad daugumai tiriamųjų, išskyrus vieną profesionalą, klaidos, besekant labirinte judantį taikinį, auga, kai didėja atstumas tarp judančio taikinio ir rankos. Taip nutinka todėl, kad atstumas nuo judančio taikinio ir rankos auga, kai didėja eksperimento greitis. Iš 19 pav. matosi, kad mėgėjai daro mažiau klaidų nei tiriamieji, kurie nežaidžia krepšinio, nes dauguma oranžinės spalvos orientyrų išsibarstę žemiau x ašyje, nei žalios spalvos orientyrai, kurie žymi krepšinių nežaidžiančių grupės narių rezultatų išsibarstymą. Lyginant krepšinio mėgėjų ir krepšinio profesionalų rezultatus, nepastebėta ženklų skirtumų tarp grupių



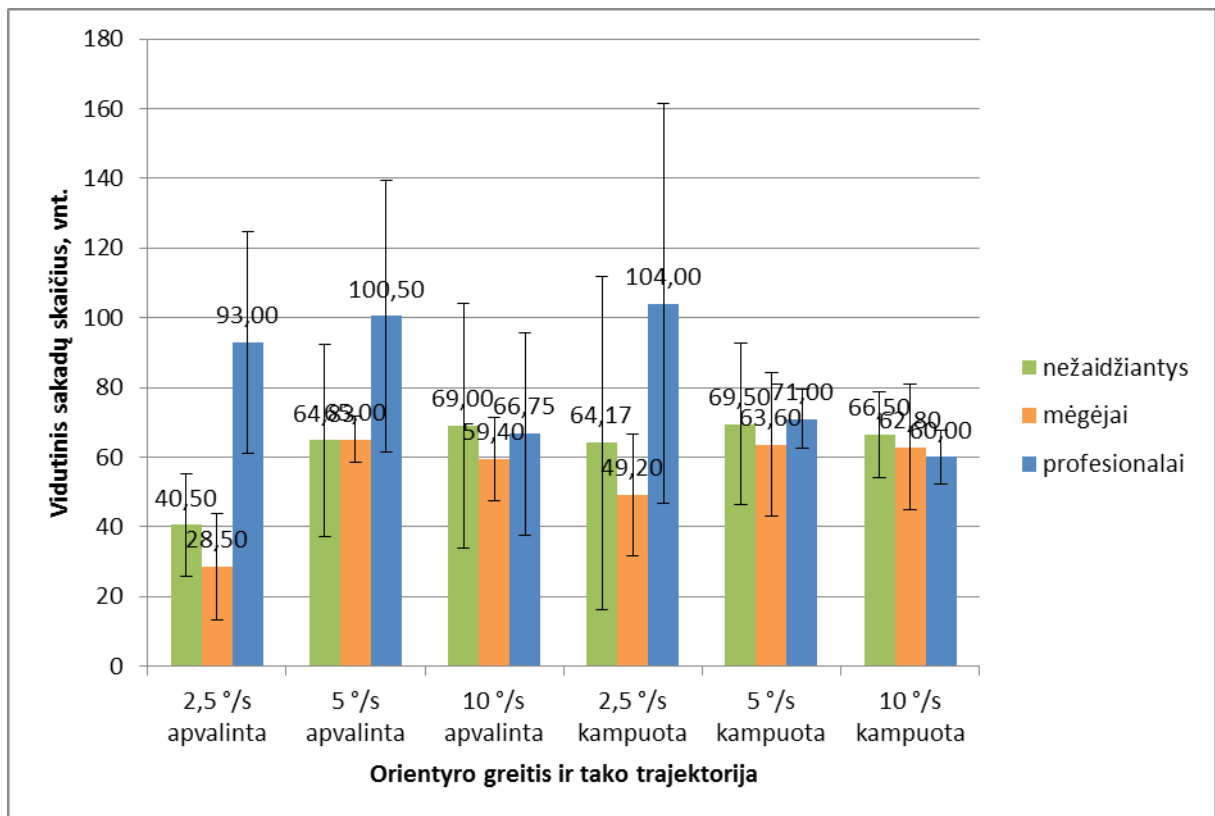
Rezultatai verčia pastebėti, kad krepšininkų profesionalų grupė, tarp visų tiriamųjų grupių, mažiausiai reaguoja į atstumą tarp rankos ir labirinte skriejančio taikinio orientyro.

20 pav duomenys įrodo, kad visuose tiriamuosiuose grupėse klaidos koreliuoja su rankos greičiu. Visa tai natūralu, nes kuo greičiau verčiame valdyti ranką, tuo daugiau klaidų atliekame, o taip pat, kuo daugiau ranka atsitraukia nuo labirinte skriejančio orientyro ir norėdama greičiau jį pasivyti neišvengiamai padaroma daugiau klaidų.



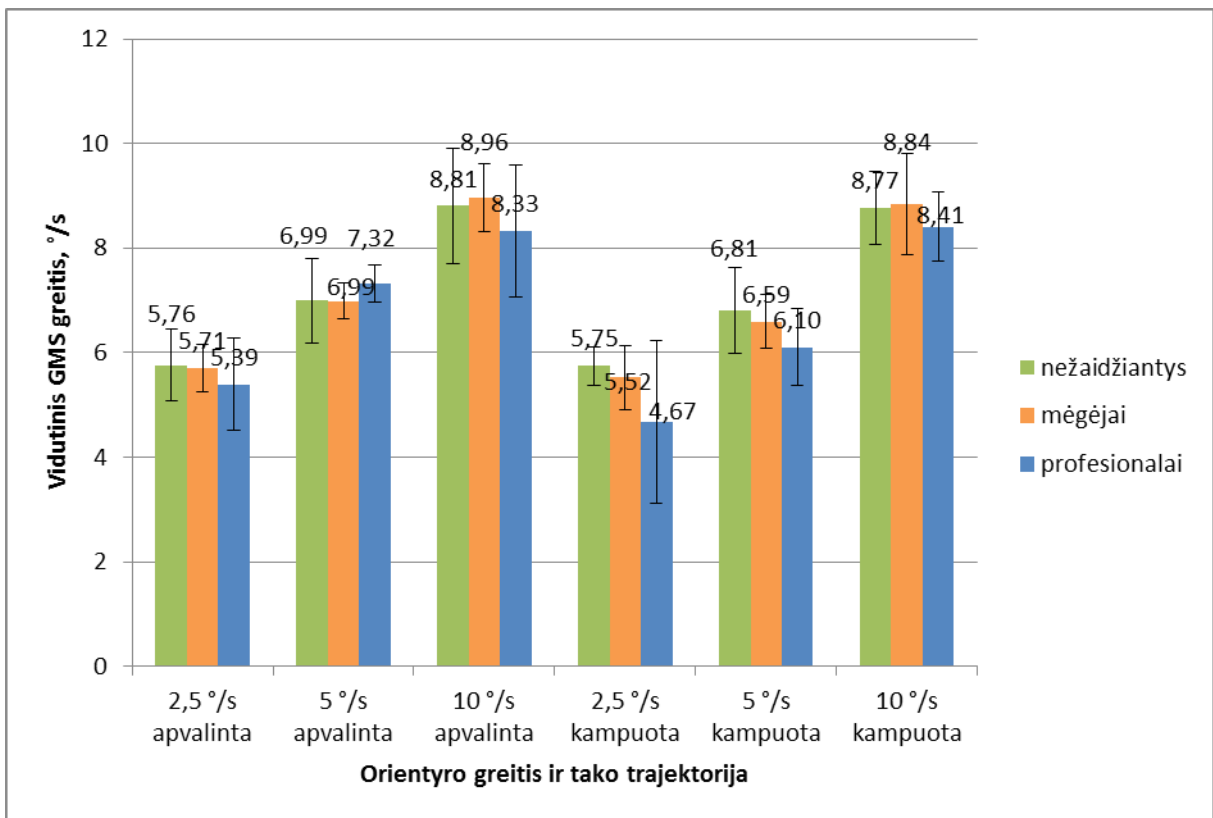
20 pav. Tiriamųjų grupių tarpusavio koreliacijos, tarp laiko trukmė už tako VS vidutinis rankos greitis ir laiko trukmė už tako VS vidutinis atsilikimo nuo orientyro atstumas, koeficientų analizė.

21 pav. pavaizduoti duomenys rodo, kiek vidutiniškai GJ sakadų per vieną testą atliko kiekviena grupė. Akivaizdu ir logiška, kad didėjant testo greičiui, tiriamųjų grupių GJ sakadų vidurkiai augo. Rezultatai rodo, jog beveik visuose testuose daugiausia GJ sakadų padarė krepšininkų profesionalų grupė, o mažiausiai – krepšininkai mėgėjai. Tačiau pastebėta, jog abiejuose testo tipuose ties skirtingais taikinio greičiais, rezultatų išsibarstymai tarp skirtingų grupės žmonių vidurkių yra labai dideli. Todėl sunkų pagrįstai teigti, kuri grupė, testo metu darė daugiausiai ir mažiausiai GJ sakadų

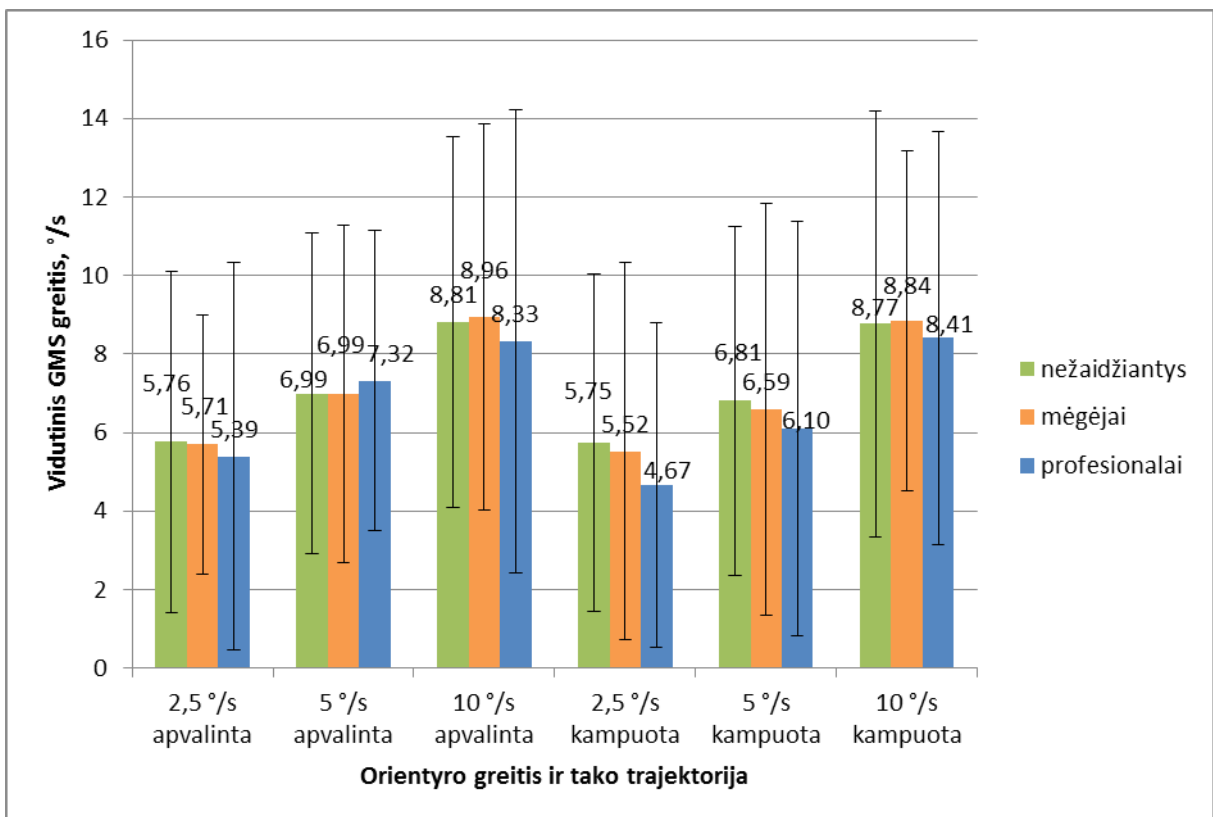


21 pav. Vidutinis GJ sakadų skaičius (standartinis nuokrypis – grupių vidutinių reikšmių imtyje)

Vidutinis GMS greitis ir skirtumai tarp tiriamųjų grupių rezultatų vidurkių visuose testuose yra labai nedideli (22 pav.). Pavyzdžiui, teste su apvalintu labirintu, taikiniui skriejant 2,5 °/s greičiu didžiausias GMS vidutinis greitis buvo krepšinių nežadžiančiųjų grupėje (5,76 °/s), o mažiausias krepšininkų profesionalų grupėje (5,39 °/s). Tuo tarpu teste su apvalintu labirintu, taikiniui skriejant 5 °/s greičiu, didžiausias GMS vidutinis greitis buvo aptinkamas jau krepšininkų profesionalų grupėje (7,32 °/s), o mažiausias likusiose grupėse, nes jų rezultatai buvo vienodi (6,99 °/s). Žvelgiant į apvalinto labirinto, 10 °/s taikinio greičio, rezultatus, didžiausias GMS vidurkis buvo krepšininkų mėgėjų grupėje (8,96 °/s), o mažiausias – krepšininkų profesionalų grupėje (8,33 °/s). Žvelgiant į 23 pav. pavaizduotus tiriamųjų grupių SD rodiklius, pavaizduoti duomenys atskleidžia, kad vidutinis GMS greitis išsibarstęs panašiai, visų grupių atstovams. Rezultatai rodo, jog visuose testuose, tarp visų tiriamųjų grupių ryškių skirtumų nepastebėta. Visų tiriamųjų grupių vidutinis GMS greitis buvo panašus.

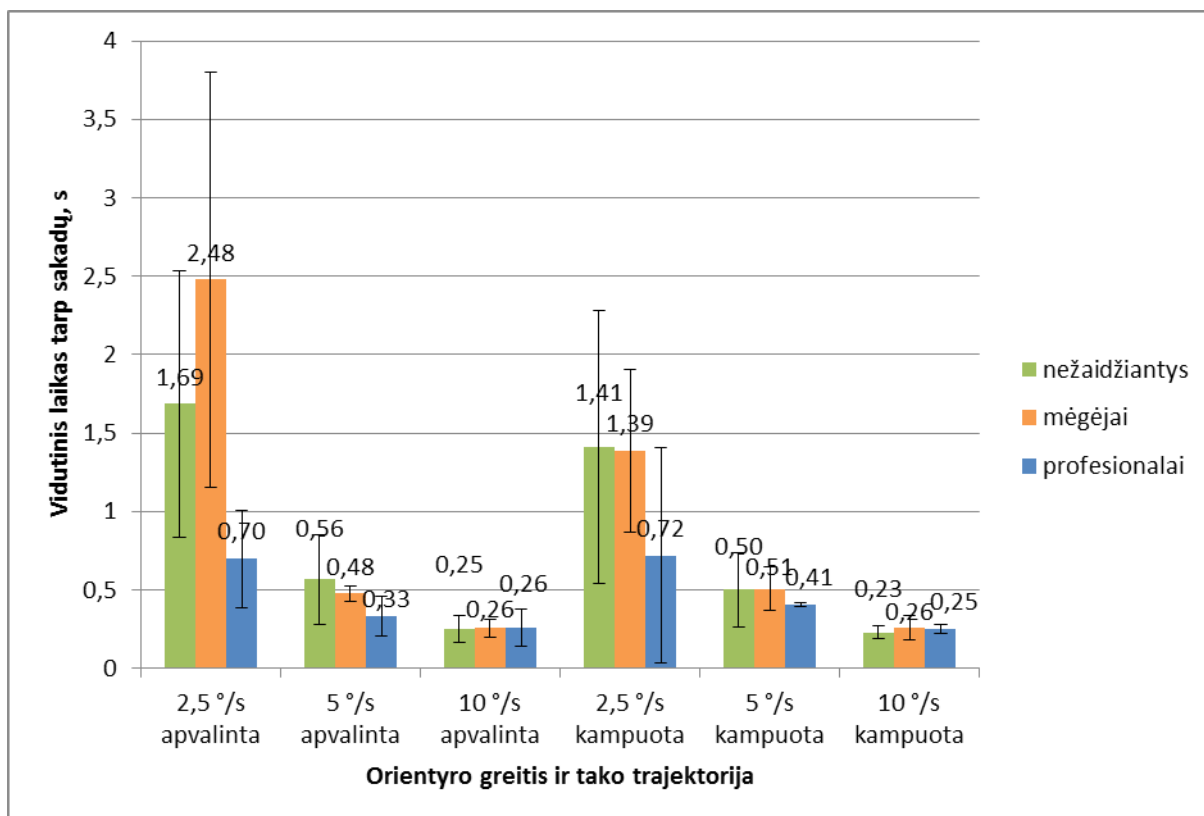


22 pav. Vidutinis GMS greitis (standartinis nuokrypis – grupių vidutinių reikšmių imtyje)



23 pav. Vidutinis GMS greitis (standartinis nuokrypis – vidutinio tiriamojo).

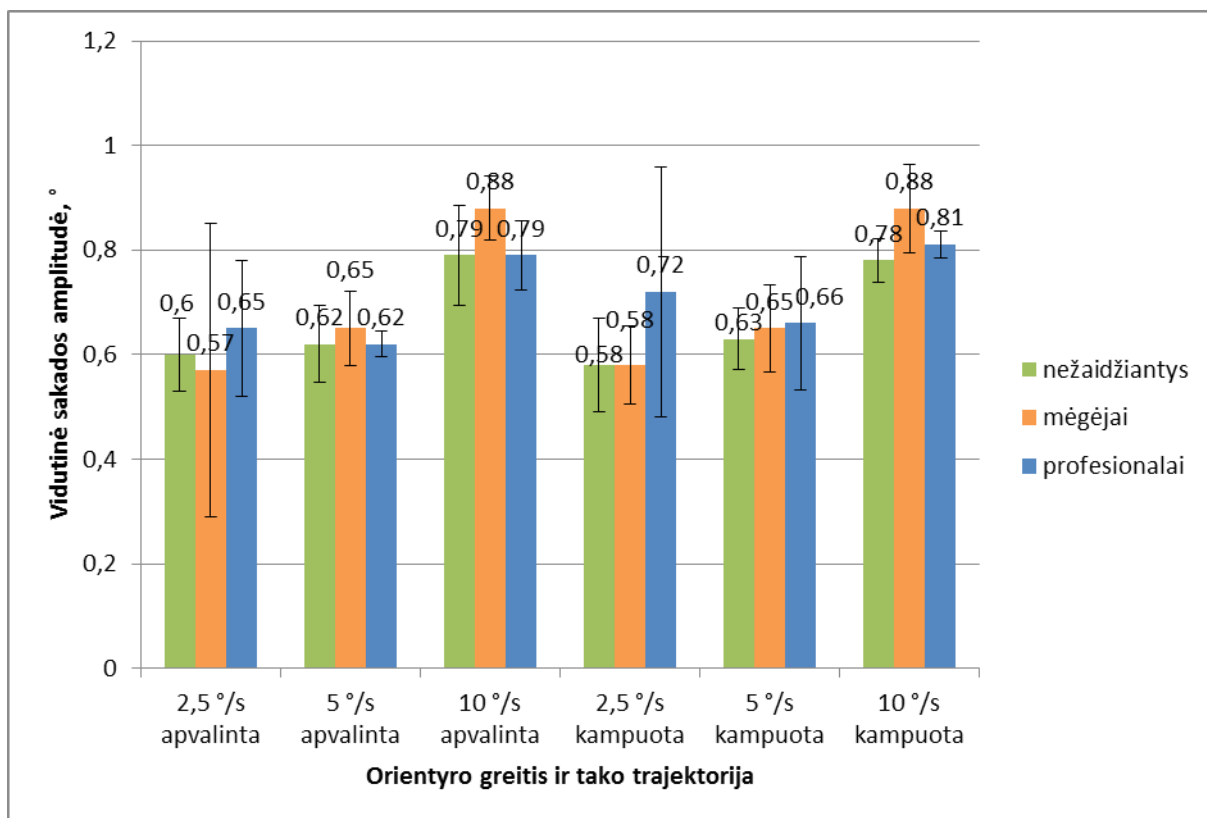
Analizuojant 24 pav., kuriame pavaizduotas tiriamųjų grupių vidutinis laikas tarp sakadų pastebėta, jog didėjant testo greičiams visų grupių rezultatai (vidutinis laikas tarp sakadų) mažėja. Rezultatai logiški, nes didėjant testo greičiui tiriamųjų akys pradeda dažniau naudoti žvilgsnio šuoliukus (sakadas) ir vidutinis laikas tarp sakadų trumpėja. Visų testų metu didžiausi grupių rezultatų skirtumai pastebėti ties abiejų tako trajektorijų lėčiausiu greičiu. Tuomet grupių rezultatai skyrėsi labiausiai. Ties lėčiausiu apvalinto labirinto testo taikinio greičiu, krepšinių neįaidžiančių grupės vidutinis laikas tarp sakadų buvo 1,69 s (SD – 3,31), krepšinininkų – mėgėjų – 2,48 s (SD – 5,60), o krepšinininkų – profesionalų – 0,70 s (SD – 1,59). Tuo tarpu kampuotame labirinte ties lėčiausiu taikinio greičiu, neįaidžiančių krepšinio grupės vidutinis laikas tarp sakadų siekė 1,41 s (SD – 2,96), krepšinininkų – mėgėjų – 1,39 s (SD – 2,74), o krepšinininkų profesionalų – 0,72 s (SD – 1,66). Pastebėta, jog tiriamųjų grupių rezultatų vidutinės reikšmės tarp vienos grupės narių skiriasi labiau nei rezultatai tarp grupių, todėl negalima teigti, jog vienos ar kitos grupės rezultatai yra geresni ar blogesni. Todėl rezultatai rodo, jog vidutinis laikas tarp sakadų tarp visų tiriamųjų grupių yra panašus.



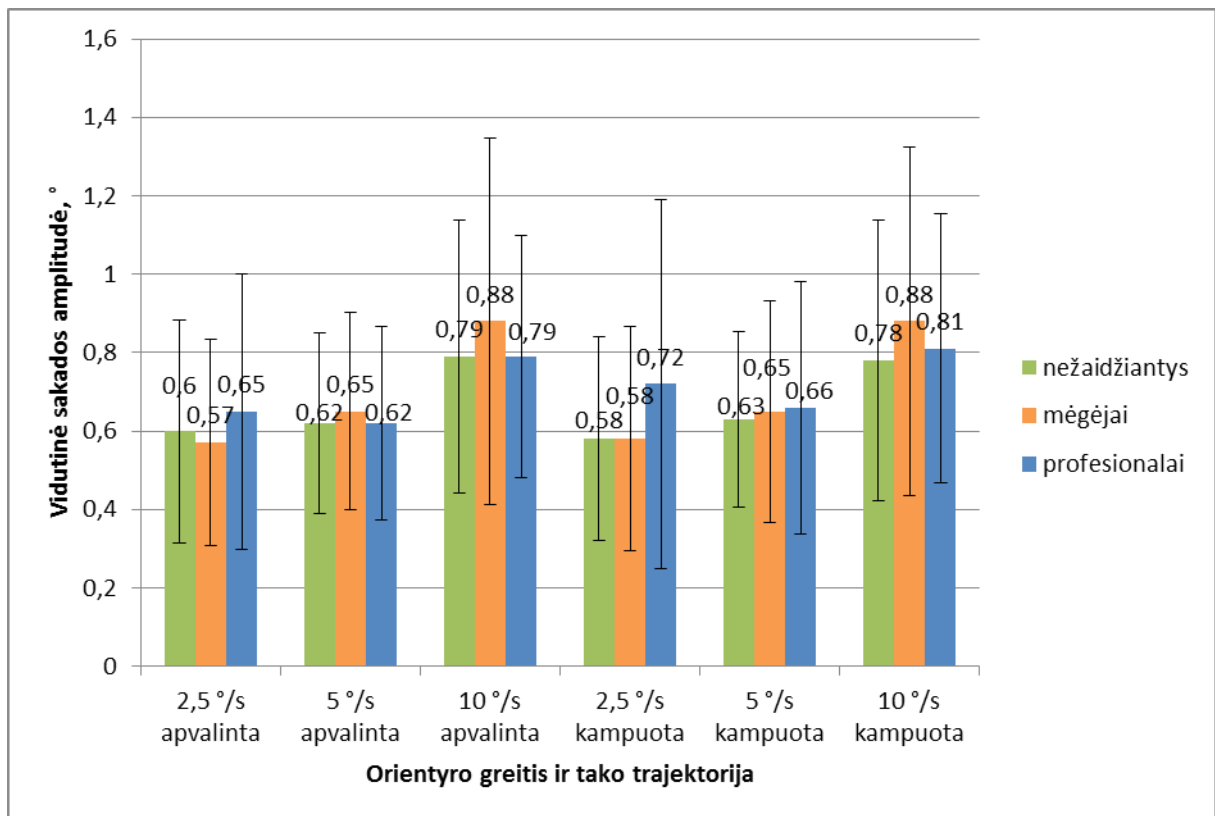
24 pav. Vidutinis laikas tarp sakadų (standartinis nuokrypis – grupių vidutinių reikšmių imtyje).

Stebint 25 pav. duomenis, pastebėta, jog didėjant testo greičiams, tiriamųjų visų grupių vidutinės sakados amplitudė truputi padidėja. Taip pat 25 pav. rezultatuose išryškėja, jog tarp visų tiriamųjų grupių vyrauja mažos sakados. Išsibarstymai tarp vienos grupės žmonių rezultatų

yra didesni, nei skirtumai tarp tiriamųjų grupių rezultatų. 36 pav. tiriamųjų rezultatai leidžia teigti, jog skirtingos tiriamosios grupės „vidutinis“ žmogus daro labai įvairias sakadas. Todėl rezultatai rodo, jog tarp visų tiriamųjų grupių vidutinė sakados amplitudė yra panaši.

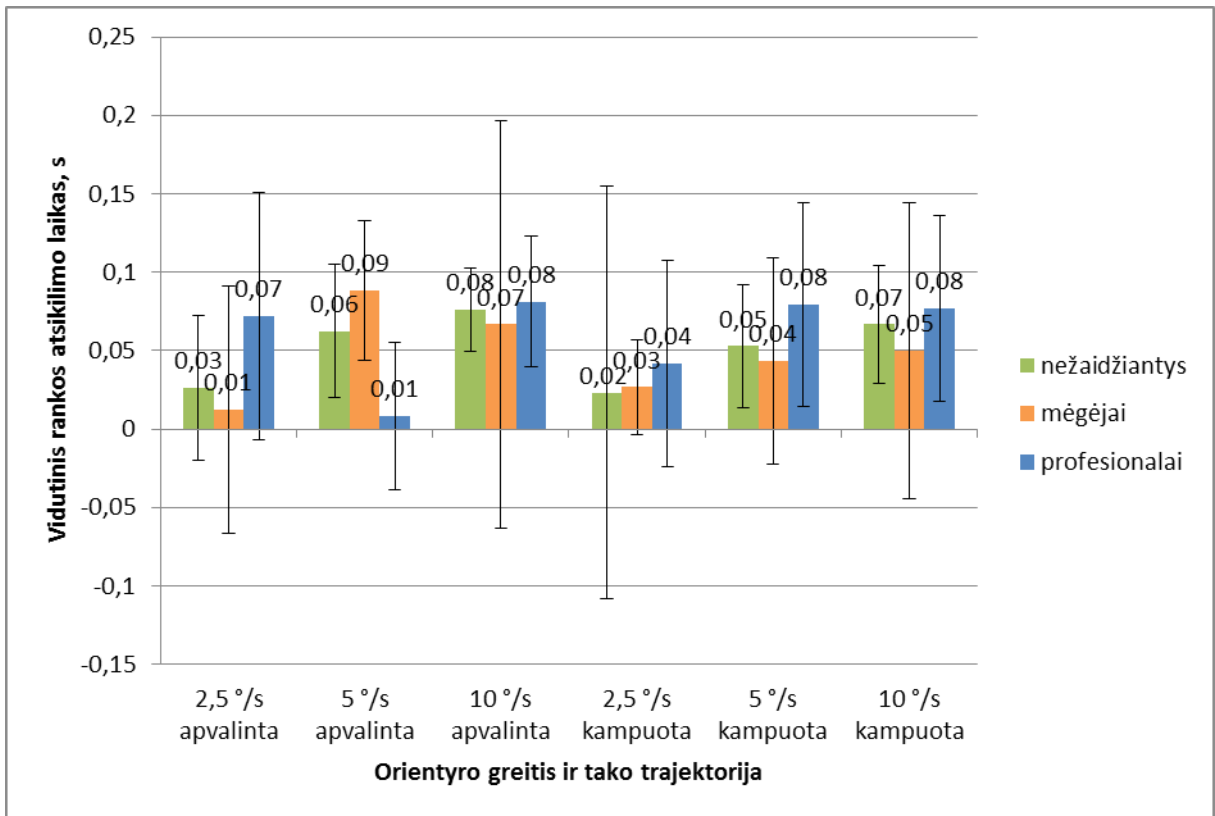


25 pav. Vidutinė sakados amplitudė (standartinis nuokrypis – grupių vidutinių reikšmių imtyje)



26 pav. Vidutinė sakados amplitudė (standartinis nuokrypis – vidutinio tiriamojo).

27 pav. tiriamųjų grupių rezultatai rodo, jog visuose testuose, prie visų testo taikinio greičių, visų tiriamųjų grupių žvilgsnis vidutiniškai būna priekyje rankos. Lyginant tiriamųjų grupių rezultatus, pastebėta, jog krepšinio profesionalų grupė akį (žvilgsnį) „laiko“ toliausiai nuo rankos. Beveik visuose testuose krepšininčių profesionalų grupės rezultatai buvo aukštesni, nei krepšininčių – mėgėjų ir nežaidžiančiųjų krepšinių. Šio skirtumo negalima labai sureikšminti, svarbiausia yra tai, jog visos tiriamosios grupės, visų testų metu, žvilgsnį laiko priekyje rankos.



27 pav. Vidutinis rankos atsikilimo nuo žvilgsnio laikas (standartinis nuokrypis – grupių vidutinių reikšmių imtyje).

Išvados

1. Mokslininkai plačiai tyrinėjantys sensomotorinės sistemos valdymo galimybes yra nustatę, kad žmogaus sensomotorinėje sistemoje informacija cirkuliuoja dviem kanalais: aferentiniais ir eferentiniais. Taip pat yra iširta ir nustatyta, jog sekant ranka ir žvilgsniu labirintu judantį taikinį, žvilgsnis juda taikinio priekyje taip perduodamas informaciją rankų judesių kontrolės sistemai apie būsimos labirinto kelio eigos rankos valdymą.
2. Lyginant skirtingo meistriškumo krepšininkų rankos koordinaciją, testų rezultatai parodė, kad iš visų tiriamųjų grupių geriausiai pasirodė krepšininkai mėgėjai. Krepšininkų mėgėjų grupė tiksliausiai atliko testus, t.y ranka sekant labirintu judantį taikinį, mažiausiai laiko prabuvo už labirinto ribų. Antri buvo krepšininkai profesionalai, o treči – krepšinių nežaidžiančioji grupė.
3. Žvilgsnio sekimo parametrų rezultatuose tarp tiriamųjų grupių ryškių skirtumų nepastebėta. Tiriamųjų grupių rezultatai buvo daugmaž vienodi. Todėl galima teigti, jog tiriamosios grupės žvilgsnį valdo panašiai. Sekant labirintu judantį taikinį, visų tiriamųjų grupių narių žvilgsnis sekė pirmiau negu ranka.

Tyrimo hipotezė nepasitvirtino, nes kaip buvo tikėtasi, krepšininkų profesionalų grupės rankos koordinacija nebuvo geriausia. Visa tai galime pagrįsti tuo, jog krepšininkams profesionalams galbūt labiau reikalingi bendri koordinaciniai gebėjimai, nei tiksli rankos koordinacija, vedant taikinį labirintu. Kita vertus, galima manyti, jog krepšininkų profesionalų rankos – akies koordinacija yra optimizuota tik krepšinio žaidimui, o ne kompiuteriniams tyrimams. Manoma, jog geriausius krepšininkų mėgėjų grupės rezultatus lėmė asmeninės psichofiziologinės grupės dalyvių savybės.

Magistro darbe panaudota tiriamojo testo metodika, sudarė galimybę testuoti krepšininkų rankos koordinaciją, ranka vedant taikinį labirintu. Šis testas gali būti plačiai taikomas tolimesniuose sportininkų rankos koordinacijos įvertinimuose.

Literatūra

1. Abernethy, B., Hanrahan, S. J., Kippers, V., Mackinnon, L. V., Pandy, M. G. (2005). The Biophysical Foundations of Human Movements. Champaign: *Human Kinetics Publishers*. 203 – 217.
2. Adelbergis, A. (2011). *Žvilgsnio ir rankos koordinuotų judesių tyrimas sekant taškinį taikinį*. (Nepublikuotas bakalauro darbas, Šiaulių universitetas, 2011).
3. Adomaitienė, R., Mockevičienė, D., Mikelkevičiūtė, D. (2005). *Vaių motorikos raida*. VšĮ Šiaulių universiteto leidykla.
4. Bays, M. P., Wolpert, D.P. (2007). Computational Principles of Sensorimotor Control that Minimize Uncertainty and Variability. *Journal of Physiology*, 578, 387 – 396.
5. Bragg, N. (2012). *Hand – Eye Coordination In Sports*. <http://www.livestrong.com/article/133617-hand-eye-coordination-sports/> (žiūrėta 2013-02-04).
6. Bironienė, Z. (2008). *Priešmokyklinio amžiaus vaikų smulkiosios motorikos ugdymas*. KU leidykla.
7. Bitinas, B. (1998). *Ugdymo tyrimų metodologija*. Vilnius: Jošara.
8. Chouinard, D., A., Paus, T. (2006). The Primary Motor and Premotor Areas of The Human Cerebral Cortex. *Neuroscientist*, 12 (2), 143 – 152.
9. Crawford, J.D., Medendorp, W. P., Marotta, J. J. (2004). Spatial Transformation for Eye-Hand Coordination. *Journal of Neurophysiology* 92, p. 10 – 19.
10. Česnys, G. ir kt. (2008). *Žmogaus anatomija*. I tomas. Vilniaus universiteto leidykla.
11. Dadelienė, R., Juocevičius, A. (2001). *Kineziologijos pagrindai*. Vilnius.
12. Daunys, G., Laurutis, V. (1998). Žmogaus akies dvikoordinačių sekamųjų judesių kontrolės modelis. *Elektronika ir Elektrotechnika*, 3 (16), 28 – 33.
13. Dembinski, J. (1997). Effectiveness of Performance in Basketball Training. *Trening*, 3, 124 – 134.
14. Flanagan, R. J., Johansso, R. S. (2002). *Hand Movements*. Queens`s University, Canada and Umed University. Sweden.
15. Furneaux, S., Land, M. F. (1999). The Effects of Skill on The Eye-Hand Span During Musical Sight-Reading. *Proceedings of Royal Society London Biological Sciences* 266, p 2435 – 2440.
16. Glasauer, G.J., Nieber, L. (2000). The Oretical Basis for Coordination Training in Basketball [in German]. *Leitungssport*, 30, 28 – 37.

17. Grabauskas, V. ir kt. (Red. Kolegija). (1991). *Medicinos enciklopedija*. T.1. Vilnius: Valstybinė enciklopedijų leidykla.
18. Haake, S. (2012). *Engineering Sport*. <http://www.richannel.org/collections/2012/engineering-sport> (žiūrėta 2012-11-18).
19. Hayboe, M. M., Shrivastava, A., Ruczek, R., Pelz, J. B. (2003). Visual Memory and Motor Planing in a Natural Task. *Journal of Vision* 3, p. 49 – 63.
20. Herst, A. N., Epelboim, J., Stenman, R. M. (2001). Temporal Coordination of the Human Head and Eye During a Natural Sequential Tapping Task. *Vision Research Journal* 41, p. 3307 – 3319.
21. Homunculus. <http://zaccupples.com/tag/homunculus> (žiūrėta 2012-10-14).
22. Hung, G. K., Huston, R. I. (2002). Models of Oculomotor Control. *World Scientific Publishing*, 6, p. 119.
23. Jurjoniene, I. (2005). *Kineziterapijos aktyvumas, atkuriant mobilumą, koordinaciją ir pusiausvyrą esant užsitęsusiam išeminiam neurologiniam nepakankamumui*. (Nepublikuotas magistro darbas, LKKA, 2005).
24. Kėvalaitis, E. ir kt. (2006). *Žmogaus fiziologija*. KMU leidykla.
25. Kubaszczyk, A. (2001). Motor Coordination Level and Special Competence in Basketball. *Wych Fiz i Sport* 4, 481 – 499.
26. Land, M. F., McLeod, P. (2000). From Eye Movements to Actions: How Batsmen Hit the Ball. *Nature Neuroscience* 3, p. 1340 – 1345.
27. Laurutis, V. (2012). *Biomedicininė kibernetika*. Mokomoji knyga.
28. Laurutis, V., Daunys, G. (1996). Akių judesių savybės sekant dvimate prognozuojama trajektorija judantį taikinį. *Elektronika ir Elektotechnika*, 6, 56 – 63.
29. Lieber, R. L. (2002). Skeletal Muscle Structure, Functions and Plasticity. *The Physiological Basis of Rehabilitation*. Baltimore.
30. Ljach, W. (2002). Selected Aspects of Coordination Training in a Long Team System of Preparation of Basketball Players. *Education, Physical Training, Sport*, I, 42, 34 – 43.
31. MacIntosh, B. R., Gardiner, P. F., McComas, A. J. (2006) Skeletal muscle: Form and Function. *Human Kinetics Publishers*.
32. Mikolajec, K., Rygula, I. (1999). The Effect of Highly Complex Exercises on the Special Competence Level and Technical and Tactical Effectiveness of Young Basketball Players. *Trening*, I, 39 -167.
33. Mikulaš, A. (2000). Modelling and Identification of Eye – Hand Dynamics. *Simulation Practice and Theory*, 8, 25 – 38.
34. Muckus, K (2006). *Biomechanikos pagrindai*. LKKA.

35. Narmontas, A. (2010). *A. Sabonio krepšinio mokyklos krepšininkų koordinacijos rodiklių sąsajos su fizinio parengtumo ir žaidybinės veiklos rodikliais* (Nepublikuotas. magistro darbas, 2010).
36. Nevill, M. (2000). Intermittent Exercise Testing for Games Player. In: Axela, J., *European College of Sport Science*, July 19 – 23.
37. Niauronis, S., Laurutis, V., Zemblys, R. (2011). Eye-Hand Coordination During Self-Moved Guiding Along Labyrinth Path. *Electronics and Electronical Engineering*, 10 (116), 71 – 74.
38. Peltz, J., Hayhoe, M., Loeber, R. (2001). The Coordination of Eye, Head and Hand Movements in a Natural Task. *Experimental Brain Research* 139, p. 266 – 277.
39. Schmidt, R.A., Lee, T.D. (2005). Motor Control and Learning. A behavioral emphasis. *Human Kinetics*.
40. Skurvydas, A. (2008). *Judesių mokslas: raumenys, valdymas, mokymas, reabilitavimas, sveikatinimas, treniravimas, metodologija*. Kaunas. LKKA.
41. Spurway, N., Wackerhage, H. (2006). *Genetics and molecular biology of muscle adaptation*. Edinburgh: Churchill Livingstone.
42. Stonkus, S. (2002). *Sporto terminų žodynas*. Kaunas: LKKA.
43. Sudintas, G. (2012). *Taikinio su nematomais intarpais sekimo tyrimas* (Nepublikuotas magistro darbas, Šiaulių universitetas, 2012).
44. Vigue, M. (2006). *Žmogaus kūno atlasas*. Mokslinė enciklopedija. Vilnius. Mūsų knyga.
45. Vitkienė, I, N. (2003). *Aukštosios nervinės veiklos raida ir fiziologiniai mokymo mechanizmai*. Mokomoji priemonė. LKKA.
46. Wilmore, J. H., Costill, D. L. (2004). Physiology of Sport and Exercise. *Human Kinetics*.
47. Zaicevaitė, V. (2010). *Kojų judesių valdymo atsigavimas persirgus galvos smegenų insultu*. (Nepublikuotas magistro darbas, LKKA, 2010).
48. Zemblys, R., Laurutis, V. (2008). Koordinuotų žmogaus judesių informacinis vertinimas. *Proceedings of international conferemces*, p. 271 – 274.
49. Zemblys, R., Laurutis, V. (2009). Ribinis taikinio sekimo greitis žmogaus žvilgsniu ir ranka. *Jaunųjų mokslininkų darbai*. 3(24), p. 154 – 158.
50. Zemblys, R. (2013), *Žmogaus akių judesių sensomotorinės sistemos informacinės charakteristikos*. Daktaro disertacija. Kaunas.

Marius Pušcius

CONTROL OF COORDINATED HAND MOVEMENTS

The Master`s Degree Theses

Summary

Hand coordination in differently skilled groups of basketball players and non-players is being analyzed in the research. The aim of the study is to investigate and compare hand coordination in groups of basketball players and non-players with different skills while moving the target in a labyrinth path. To hold an inquiry the following objectives were set to analyze control options of sensorimotor system; to analyze hand coordination and to compare the results of differently skilled basketball players while moving the target in a labyrinth path; to analyze visual movement and to compare the results of differently skilled basketball players while moving the target in a labyrinth path.

A hypothesis was framed for the research: the hand coordination in the group of professional basketball players is better (or the best) than of amateur players and non-players.

Niauronis, Laurutis, Zemblys experimental research test was taken as a basis. While carrying out the test there were two different types of labyrinth trajectory created (rounded and angled). A target was moving at a speed of 2,5 , 5 and 10 angular cube per second. The participants of the experiment had to lead the hand through the moving target in the labyrinth path as precisely as they could. The hand's and the eye's parametre of the trajectory were being recorded.

17 participants took part in the experiment. They were from different groups according to the level of skills: not playing basketball (7 participants), amateur players (6 participants), and professional basketball players (5 participants).They were 20 to 29 years of age. The survey was carried out in the laboratory of Technology Electronics Department at Siauliai University.

The results of the study explained and revealed the fact that during the experiment the best results in coordinating the hand following the target in a maze were achieved by the group of amateur basketball players. The professional players were the second and the non-players' group was the third. There were no significant differences recorded in the results of visual parametre. The results of the participating groups appeared to be more or less equal. Taking everything into consideration, the conclusion could be made as follows: all experimental groups rule the visual movement in the same way.

Keywords: basketball players with different skill levels, hand coordination, sensorimotor.

PRIEDAI

	suoliai		(deg/s) tarp suoliu		(s) tarp suoliu		(deg/s) suoliu metu		(deg/s) suoliu metu		(deg) Amplitudes		(deg) diff				(deg) diff tik kai akis lenkia ranka				(s) akis lag	(deg/s) rankos greitis		(deg) diff R
	T count	avg V	std V	avg T	std T	avg S	std S	avg peakS	std peakS	avg	std	avg diffX	avg diffY	std diffX	std diffY	avg diffX+	avg diffY+	std diffX+	std diffY+	HtoE lag	% out	avg	std	avg
KELTOL1																								
Tadas	36	5,9918	4,8525	1,4249	1,5905	48,1197	16,9867	47,6804	17,4954	0,5837	0,2287	0,1282	0,1032	0,416	0,558	0,3277	0,4399	0,3378	0,3278	-0,0083	2,8396	2,5719	1,5111	1,5654
Klaudijus	38	6,2384	1,8432	1,6077	2,1421	39,3111	11,6654	39,6393	12,2192	0,4811	0,1625	0,1864	0,2779	0,3439	0,7052	0,3421	0,5701	0,2408	0,4884	-0,0583	0,2486	2,5183	1,0084	0,5367
Arnoldas P	40	4,9939	5,2252	1,5427	2,0134	51,108	28,8414	54,0823	32,8147	0,6764	0,461	0,1629	0,1269	0,5955	1,032	0,5217	0,6081	0,3958	0,7812	-0,075	3,2845	2,5706	0,87	0,6867
Benas	60	6,4672	5,3667	1,0257	2,2522	49,3941	27,7082	50,0081	28,2509	0,6223	0,394	0,055	0,0475	0,3696	0,6268	0,299	0,4821	0,2624	0,3609	0,025	1,3347	2,5776	1,0804	0,3361
Rimvydas	52	4,8396	3,7468	1,1585	1,7403	47,5088	16,5789	48,2724	16,5134	0,59	0,2182	0,0058	0,1043	0,6991	0,7496	0,4072	0,5577	0,3671	0,4558	-0,0677	13,5436	2,5517	1,1472	3,7812
Raimis	17	6,0341	5,0825	3,3538	4,7092	44,2055	22,4492	42,4492	17,8798	0,5183	0,2421	-0,0095	-0,0127	0,2907	0,4188	0,2265	0,3422	0,1903	0,2241	0,025	1,0599	2,6503	1,1247	0,2406
	40,50	5,76	4,35	1,69	2,41	46,61	20,24	47,02	20,86	0,58	0,28	0,09	0,11	0,45	0,68	0,35	0,50	0,30	0,44	-0,03	1,75	2,57	1,12	1,19
Dominykas	13	5,3608	1,6679	4,4934	8,3438	41,1971	11,1807	41,8214	11,3804	0,5093	0,1509	0,038	-0,0115	0,5077	0,5924	0,4612	0,4143	0,2384	0,3589	0,0167	0,4711	2,488	0,9279	0,3096
Mantas	55	4,8343	2,6574	1,117	1,4886	81,6378	73,1141	84,9533	87,1479	1,1724	1,4697	-1,0359	-0,0516	4,4526	0,821	1,1808	0,4974	2,3507	0,3985	-0,0917	23,8419	2,52	1,6352	6,4883
Tomas	37	5,9453	4,3068	1,6656	3,1255	45,6631	23,7206	44,3575	25,1395	0,5501	0,3563	0,0775	0,1079	0,3364	0,6177	0,2918	0,5376	0,2267	0,3587	-0,0083	0,1178	2,5242	0,9905	0,3171
Arnoldas	37	5,5905	4,1822	1,6693	1,3113	45,3855	15,8153	44,6199	15,8793	0,5446	0,2113	0,2719	0,288	0,5352	0,5832	0,4981	0,5513	0,4084	0,4111	-0,125	0,5496	2,5169	0,9455	0,6261
Marius																					0,6935	2,5615	1,0534	1,0315
Saulius	27	5,9253	3,0487	2,0831	3,1822	45,1972	22,3563	47,0238	23,9007	0,5808	0,3322	-0,028	0,0151	0,3164	0,6272	0,2292	0,4444	0,1745	0,4825	0,0667	0	2,4975	0,8143	0,7038
	28,50	5,71	3,30	2,48	3,99	44,36	18,27	44,46	19,05	0,55	0,26	0,09	0,10	0,42	0,61	0,37	0,49	0,26	0,40	-0,01	0,37	2,52	0,95	0,60
Aivaras																					0,3795	2,5282	1,2258	0,3824
Klym	58	6,4209	3,9636	1,0579	1,0344	43,3563	13,8677	42,9917	14,5977	0,5236	0,1933	0,1644	0,2395	0,545	0,7027	0,4238	0,6118	0,3709	0,4726	-0,1	1,5441	2,4473	0,9772	1,1446
Vitalij																					0,1309	2,5635	1,0373	0,856
Vytas	120	4,9519	4,8646	0,5228	1,3391	58,7337	35,0635	61,648	38,4305	0,7777	0,5347	-0,2479	-0,1697	1,4033	0,9234	0,5158	0,4925	0,4802	0,4009	-0,1333	1,1777	2,418	1,0707	3,7273
Laurynas	101	4,8081	6,012	0,5144	0,8944	46,2534	21,1167	48,6526	23,5549	0,6013	0,3286	-0,1876	-0,1745	0,848	1,0003	0,5491	0,72	0,4874	0,5957	0,0167	0,157	2,572	1,3948	6,3559
	93,00	5,39	4,95	0,70	1,09	49,45	23,35	51,10	25,53	0,63	0,35	-0,09	-0,03	0,93	0,88	0,50	0,61	0,45	0,49	-0,07	0,68	2,51	1,14	2,49
KELTOL2																								
Tadas	28	5,943	5,3131	1,0838	1,5517	45,5444	12,1953	48,0985	13,8085	0,5915	0,1856	0,0858	0,105	0,5584	0,6162	0,359	0,4488	0,3174	0,4135	-0,025	8,059	4,8348	1,5452	0,7948
Klaudijus	46	7,2057	2,6752	0,6412	0,7564	40,6513	12,42	40,0634	12,9313	0,4854	0,167	0,1231	0,1387	0,4142	0,5874	0,3615	0,4771	0,2664	0,3606	-0,0167	2,5283	4,9866	1,7386	0,6693
Arnoldas P	73	6,7306	4,976	0,419	0,2869	48,3575	14,2679	50,3395	16,3323	0,6168	0,216	0,3446	0,3375	0,7189	0,6244	0,6584	0,6138	0,535	0,461	-0,1333	4,4509	4,9215	1,4861	1,7976
Benas	100	8,1523	3,4829	0,3113	0,322	43,2686	15,34	43,8692	16,3077	0,536	0,2224	0,4209	0,4105	0,6677	0,5702	0,638	0,6113	0,5441	0,435	-0,0833	8,6647	4,8958	1,8096	1,03
Rimvydas	90	6,3492	3,9833	0,343	0,4543	57,5326	42,2417	53,3409	32,9425	0,6669	0,4607	0,1628	0,2185	0,6137	0,8013	0,5186	0,7102	0,4247	0,5142	-0,0583	15,6176	4,6917	1,5047	0,9759
Raimis	52	7,587	4,0312	0,5906	0,5191	39,9545	9,9698	40,4414	10,4026	0,4901	0,1327	0,1548	0,3357	0,3491	0,7534	0,3127	0,7094	0,2522	0,469	-0,0583	7,8483	5,0304	1,829	0,5497
	64,83	6,99	4,08	0,56	0,65	45,88	17,74	46,03	17,12	0,56	0,23	0,22	0,26	0,55	0,66	0,47	0,60	0,39	0,44	-0,06	7,86	4,89	1,65	0,97
Dominykas	56	7,2422	2,423	0,5492	0,6107	41,918	10,8218	42,3857	12,1684	0,5143	0,1578	0,2916	0,2393	0,5358	0,5389	0,5245	0,4959	0,4227	0,3577	-0,05	12,2202	4,6096	1,4148	0,9675
Mantas	63	6,4525	5,8941	0,4844	0,4127	56,0185	26,1692	53,4668	27,1782	0,6675	0,3808	0,5008	0,3455	0,9566	0,8877	0,7439	0,5823	0,6922	0,5583	-0,1583	12,6416	5,39	4,7074	1,9577
Tomas	74	7,0605	4,7187	0,4199	0,5606	43,0188	13,7732	43,3382	14,2205	0,529	0,1889	0,3511	0,2676	0,558	0,6006	0,5598	0,5393	0,4884	0,4122	-0,0833	6,4261	4,896	1,6079	0,7329
Arnoldas	64	6,8977	5,8844	0,4781	0,4207	54,953	29,7967	53,1736	26,4698	0,6569	0,3592	0,1702	0,1968	1,3107	0,9129	0,755	0,7544	0,7053	0,5556	-0,05	6,6632	4,8208	1,5878	1,2091
Marius																					4,3719	4,9861	1,6929	1,5513
Saulius	68	7,285	2,5579	0,4463	0,3608	46,7937	12,4479	49,6701	12,9459	0,6066	0,168	0,3811	0,4181	0,5285	0,6311	0,531	0,62	0,4404	0,4733	-0,1	2,5283	4,9014	1,538	1,5519
	65,00	6,99	4,30	0,48	0,47	48,54	18,60	48,41	18,60	0,59	0,25	0,34	0,29	0,78	0,71	0,62	0,60	0,55	0,47	-0,09	7,48	4,93	2,09	1,33
Aivaras																					11,4827	4,6489	1,6528	0,989
Klym	73	7,577	3,0299	0,4225	0,4181	44,1813	15,1077	44,9748	16,7946	0,5501	0,2236	0,0554	0,2017	0,8322	1,199	0,5948	1,0416	0,5095	0,7378	-0,0417	8,5067	4,947	1,6606	1,9335
Vitalij																					3,3447	4,8994	1,4272	1,2727
Vytas																					6,6632	4,8037	1,5986	0,7099
Laurynas	128	7,0657	4,6386	0,2422	0,4143	46,7369	19,1834	47,5005	19,8241	0,5845	0,2721	-0,1196	-0,1214	0,5997	0,7875	0,373	0,5666	0,3396	0,4504	0,025	2,6863	5,0521	1,4421	0,6587
	100,50	7,32	3,83	0,33	0,42	45,46	17,15	46,24	18,31	0,57	0,25	-0,03	0,04	0,72	0,99	0,48	0,80	0,42	0,59	-0,01	6,54	4,87	1,56	1,11
KELTOL4																								
Tadas	44	7,6845	5,3784	0,333	0,2551	58,3086	26,5434	61,6586	29,5527	0,7769	0,4132	0,5291	0,423	0,986	0,8561	0,9471	0,7926	0,8045	0,6962	-0,1167	30,4692	8,9684	2,5374	4,2943
Klaudijus	63	9,1963	4,3712	0,2394	0,2358	45,9865	16,0199	45,419	16,311	0,5555	0,2155	0,1677	0,2748	0,6864	1,0656	0,556	0,8933	0,4263						

